

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah maupun proses pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian. Data tersebut diperoleh dari data historis yang dimiliki perusahaan. Dari data tersebut, maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektivitas suatu mesin produksi khususnya mesin *Twisting* pada proses produksi benang CFP yaitu mesin TBR L. Selanjutnya metode *Six Big Losses* dan FMEA yang berguna untuk mengetahui penyebab dan dampak yang ditimbulkan oleh masing-masing kerugian yang dialami sehingga nantinya memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan analisis pembahasan yang bertujuan untuk mengurangi waktu *downtime* mesin TBR L.

4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Gambaran umum objek penelitian dijelaskan pada sub-bab berikut.

4.1.1 Profil Perusahaan

Pabrik Benang, Pleret, Pasuruan merupakan salah satu pabrik yang bergerak pada bidang tekstik sejak tahun 2002. Produksi utama pada pabrik ini yaitu benang *Grey Thread*. Pabrik benang yang berlokasi di Pleret, Pasuruan ini menghasilkan 3 produk, diantaranya benang CFP (*Continous Filament Polyester*), benang CFN (*Continous Filament Nylon*), dan benang IBN (*Internal Bonding Nylon*). Pada pabrik yang berlokasi di Pleret ini terdapat 4 fasilitas produksi diantaranya *prewinding*, *twisting*, *steaming*, dan *winding*. Proses *Twisting* pada pabrik ini merupakan proses utama yang terdapat pada departemen CFT (*Continous Filament Twisting*) yaitu proses puntiran yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan benang itu sendiri agar tidak mudah putus. Bahan baku yang digunakan untuk proses produksi *twisting* berasal dari Tiongkok (*Tongkun*). *Output* berupa benang *Grey Thread* ini pun telah diekspor ke luar negeri sebesar 67% dan 33% hasil produksinya dikirim ke Bogor untuk dilakukan proses tambahan yaitu proses pewarnaan (*dyeing*).

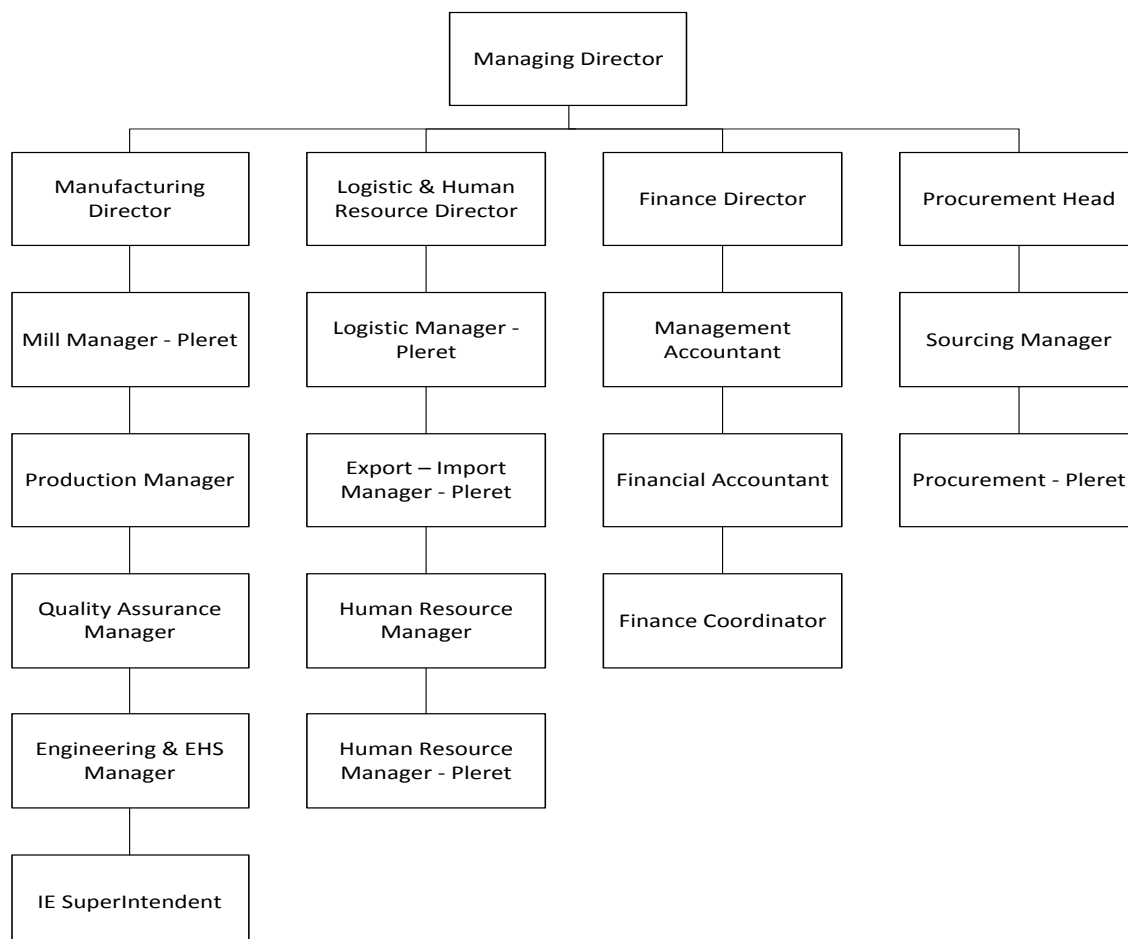
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Adapun visi dan misi Pabrik Benang yang berlokasi di Pleret, Pasuruan ini adalah sebagai berikut.

1. Menjadi pemimpin dunia di bidang benang khusus yang bernilai tambah dan benang jahit untuk pemakaian industri dan konsumen.
2. Mengembangkan dan menyediakan produk serta jasa yang saling melengkapi, yang memberikan nilai tambah secara signifikan kepada para pelanggan.
3. Mencapai kesuksesan melalui inovasi yang berfokus kepada pelanggan dan penawaran yang terbaik yang dihasilkan oleh karyawan yang bermotivasi dan tim yang bekerjasama secara global.

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Adapun struktur organisasi yang terdapat di Pabrik Benang Pleret adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Struktur organisasi pabrik benang pleret
Sumber: Pabrik benang pleret

4.1.4 Bahan Baku

Pabrik benang yang berlokasi di Pleret, Pasuruan ini menggunakan 3 bahan baku utama berupa benang atau yang dikenal dengan *filament* selama proses produksi, diantaranya:

1. Benang *Nylon*

Penggunaan benang *nylon* ini ditujukan untuk menghasilkan benang *Grey Thread CFN* dan IBN bagi mesin *Ratti*, TBR (DT;H), dan *Monocord*. Benang *Nylon* ini diproduksi oleh *Tongkun* dan *Hyosung*.

2. Benang *Polyester*

Benang *polyester* digunakan untuk proses produksi dalam menghasilkan benang *Grey Thread CFP* yang salah satunya dibuat oleh mesin TBR L. Benang *Polyester* ini diproduksi oleh *Tongkun* dan *Shenma*.

3. Benang LMF

Benang ini hanya digunakan untuk proses produksi dalam menghasilkan benang *Grey Thread IBN*. Penggunaan benang LMF ini hanya ditujukan untuk merekatkan 3 untaian (*ply*) benang yang dilakukan oleh *steamer*.

4.1.5 Proses Produksi

Berikut proses produksi yang dilakukan untuk menghasilkan benang *Grey Thread*:

1. Inspeksi Bahan Baku

Bahan baku berupa benang *nylon* maupun *polyester* sebagai benang utama serta benang LMF yang digunakan untuk perekat benang pada produk benang IBN yang diperoleh dari gudang diinspeksi terlebih dahulu untuk menentukan apakah benang tersebut layak untuk digunakan pada proses produksi.

2. *Prewinding*

Setelah proses inspeksi bahan baku benang dilakukan, maka benang-benang tersebut dipindahkan ke *Mill-3*. Hal ini bertujuan untuk dilakukannya proses *prewinding* yaitu proses dimana benang yang terdapat pada *bobbin material* dipindahkan ke *bobbin* khusus dengan menggunakan mesin CLV maupun SLV.

3. *Twisting*

Pada proses *twisting*, benang yang terdapat pada *bobbin* plastik dipindahkan menuju *Mill-4* dan *Mill-5* untuk melakukan proses *twisting* dengan menggunakan mesin *Monocord*, *Ratti 1st* & *Ratti 2nd*, serta mesin TBR. Perbedaan penggunaan mesin ini dilakukan berdasarkan kebutuhan produksi diantaranya mesin *Monocord* hanya melakukan *twist* pada 1 *ply* (untaian) benang saja khususnya benang *Nylon*. Berbeda

dengan *Monocord*, mesin *Ratti* melakukan *twist* sebanyak 2 kali di masing-masing mesin yang berbeda dimana *twist* pertama dilakukan oleh *Ratti* ^{1st} di *Mill-4* sedangkan *twist kedua* dilanjutkan di *Mill-5* oleh mesin *Ratti* ^{2nd}. Pada mesin *Ratti* pula terdapat perbedaan material yang digunakan khususnya benang *Nylon*. Apabila proses produksi yang diinginkan untuk membuat benang IBN (*Internal Bonding Nylon*) maka diperlukan 1 benang tambahan dalam proses *twisting* berupa benang LMF dimana benang ini berfungsi sebagai perekat benang. Benang *Nylon* yang telah dicampurkan dengan benang LMF kemudian akan dipanaskan menggunakan *steamer*. Hal ini berlaku pula pada mesin TBR yang memproduksi khusus pada benang *Nylon*. Pada mesin TBR pula terdapat perbedaan jumlah *twist* yang dilakukan berdasarkan jenis material yang diproduksi. Sebagai contoh, mesin TBR L hanya memproduksi khusus benang *Polyester* dimana *twist* yang dilakukan hanya sebanyak 1 kali, sedangkan TBR DT yang digunakan untuk memproduksi khusus benang *Nylon* dengan melakukan sebanyak 2 kali *twist*.

4. *Steaming*

Pada proses ini hanya berlaku untuk produksi IBN yaitu benang *Internal Bonding Nylon*. Pada proses ini hanya dilakukan untuk untaian benang yang terdapat benang LMF didalamnya. Fungsi dari benang LMF ini berguna ketika dipanaskan menggunakan *Steamer* dapat membantu merekatkan benang agar tidak mudah putus dan berfungsi sebagai lem benang. Proses *steaming* ini dilakukan oleh 2 mesin *steamer* diantaranya adalah *Xorella* dan *Sieger*.

5. *Winding*

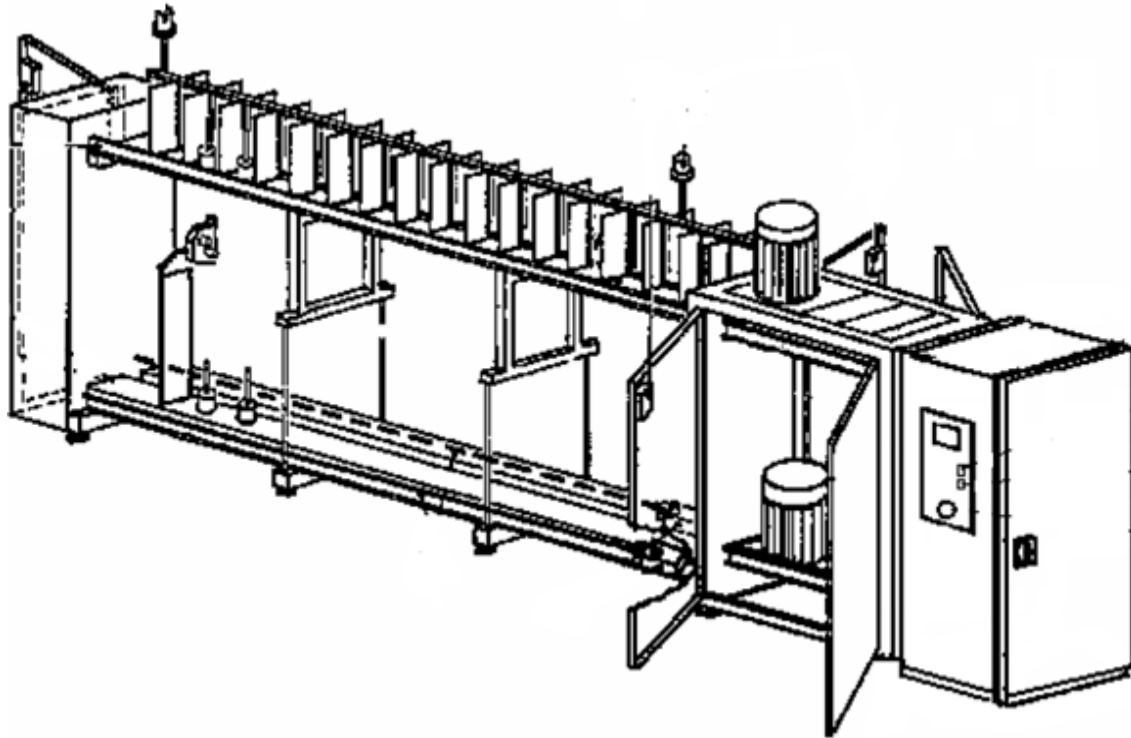
Benang yang telah selesai di-*twist* maupun *steam* akan dipindahkan ke *Mill-6* untuk dilakukan proses *winding*. Proses ini bertujuan tidak hanya sekedar melakukan inspeksi dengan menggunakan mesin SSM untuk mengetahui apakah ada benang yang tidak sesuai standar yang diinginkan namun proses ini juga dilakukan untuk memindahkan benang yang terdapat pada *bobbin* produksi menuju *bobbin* plastik yang nantinya siap diedarkan.

6. *Packing*

Benang yang telah jadi (*Grey Thread*) dan siap diedarkan akan dikemas menggunakan mesin *Maripack* dan dimasukkan ke dalam *box*. Tiap *box* berisi 30 benang *Grey Thread*.

4.1.6 Mesin TBR L

Pada proses pembuatan *twist* pada benang *Grey Thread* khususnya benang CFP digunakan mesin utama yaitu mesin TBR L selama proses produksi berlangsung. Proses yang dilakukan oleh mesin TBR L ini yaitu menggabungkan 3 *ply* menjadi 1 dengan melakukan puntiran. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan benang agar tidak mudah putus/ rusak. *Input* yang digunakan pada mesin TBR L berasal dari proses sebelumnya yaitu proses *prewinding* yang dilakukan oleh mesin SLV L.



Gambar 4.2 Mesin TBR L

Sumber: Pabrik Benang Pleret

Cara mengoperasikan mesin TBR ini yaitu dimulai ketika terjadi *doff* (proses pergantian bahan baku untuk memulai kembali proses *twisting*), hal pertama yang dilakukan ialah dengan melakukan pengecekan nomor benang agar sesuai dengan nomor benang yang akan diproses. Selanjutnya bahan baku baru yang akan diproses berupa benang *Polyester* dimasukkan ke dalam *top spindle* hingga menuju pangkal *spindle*. Kemudian pasang kartu identitas benang untuk membantu mengidentifikasi proses *twisting* yang sedang berlangsung. Tahap selanjutnya yaitu ambil ujung masing-masing benang (3) dan lewatkan pada komponen mesin sebagai berikut: *top guide*, *roll bar*, *drop wire*, *top pigtail*, *feed roller* (4 kali lilitan), *pigtail stop motion*, dan *ballon guide*. Kemudian pasang *bobbin output* pada *bottom spindle* dan lilitkan benang pada *bobbin output* serta inspeksi posisi *bobbin output* berada di tengah-tengah *ring flange*. Putar *bobbin output* searah jarum jam hingga mengencangkan filament agar benang yang terlilit tidak kendur. Tahap berikutnya yaitu

memasukkan aliran listrik yang ditandai dengan lampu kuning menyala menandakan aliran listrik sudah masuk. Tekan tombol *start* untuk menjalankan mesin. Apabila mesin berjalan, aliran listrik akan menggerakkan 2 motor utama. 2 motor utama ini akan menggerakkan *top belt* dan *bottom belt* yang berada pada jalur *spindle*. *Base spindle* yang bersinggungan dengan *belt* akan berputar untuk memulai proses *twisting*. Saat benang melalui proses *twisting*, benang tersebut akan melilit *bobbin output* dengan bantuan *twist ring*. *Twist ring* ini berfungsi agar lilitan yang dihasilkan selama proses *twisting* tetap merata di tiap sisi *bobbin output*.

4.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian kali ini objek yang diamati adalah mesin TBR L. Hal ini dikarenakan pada proses produksi benang *Continuous Filament Polyester* (CFP) mesin TBR L memiliki *downtime* terbesar selama tahun 2016. Pengumpulan data terkait mesin TBR L terbagi menjadi 2 yaitu pengumpulan data primer maupun data sekunder.

4.2.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer diperoleh melalui wawancara maupun diskusi dengan pihak perusahaan mengenai mesin *twisting* khususnya mesin TBR L. Wawancara maupun diskusi yang dilakukan pada departemen CFT (*Continuous Filament Twisting*) atau departemen produksi terkait kerusakan ataupun *downtime* yang terjadi pada mesin TBR L khususnya pada bagian *Production & Maintenance*.

4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data hasil dokumentasi yang diperoleh dari Pabrik Benang Pleret pada proses produksi selama Januari 2016 sampai Desember 2016. Berikut data selama proses produksi yaitu:

1. *Loading Time* Mesin TBR L

Data *loading time* mesin TBR L ini didasarkan pada masing-masing hari kerja tiap bulan selama tahun 2016. 1 hari kerja berlangsung selama 24 jam dan terdiri dari 3 *shift*. Berikut *loading time* mesin TBR L yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1.

Tabel 4.1

Data *Loading Time* Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2016

No	Bulan	Hari Kerja	<i>Loading Time</i> (Menit)
1	Januari	29	41760
2	Februari	28	40320
3	Maret	29	41760

No	Bulan	Hari Kerja	Loading Time (Menit)
4	April	30	43200
5	Mei	30	43200
6	Juni	30	43200
7	Juli	22	31680
8	Agustus	30	43200
9	September	29	41760
10	Oktober	30	43200
11	November	30	43200
12	Desember	30	43200

Sumber: Pabrik Benang, Pleret

2. Downtime Mesin TBR L

Data *downtime* mesin TBR L terdiri dari 2 jenis, yaitu *set-up* mesin seperti contoh input *bobbin* dan *breakdown*. *Downtime* pada *set-up* terjadi disebabkan karena pergantian *bobbin input & output* sebagai material dengan estimasi waktu tiap 1 hari kerja 90 menit (30 menit/shift) serta adanya tindakan untuk melakukan *setting* pada mesin TBR L, seperti contoh *twist ring setting*. Berikut *downtime* mesin TBR L yang ditunjukkan oleh Tabel 4.2.

Tabel 4.2

Data *Downtime* Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2016

No	Bulan	Hari Kerja	Downtime (menit)		Total Downtime (menit)
			Set-up mesin	Breakdown	
1	Januari	29	2670	5215	7885
2	Februari	28	3330	1955	5285
3	Maret	29	2610	10730	13340
4	April	30	2700	5645	8345
5	Mei	30	2700	6240	8940
6	Juni	30	2720	2930	5650
7	Juli	22	1980	5985	7965
8	Agustus	30	3030	4180	7210
9	September	29	2610	4400	7010
10	Oktober	30	3090	4835	7925
11	November	30	2700	2045	4745
12	Desember	30	2700	8990	11690

Sumber: Pabrik Benang, Pleret

3. Non-Productive Time

Data *non-productive time* yang diperoleh ini hanya berasal dari waktu ketika mesin sedang berhenti beroperasi, tepatnya saat dalam kondisi menunggu material baik berupa *bobbin input* maupun kurang tersedianya material *bobbin output*. Hanya terdapat 2 bulan kondisi ini terjadi, yaitu pada bulan Januari sebesar 665 menit dan pada bulan Februari selama 275 menit. Berikut *non-productive time* mesin TBR L yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3.

Tabel 4.3

Data *Non-Productive Time* Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2017

No.	Bulan	<i>Non-Productive Time</i> (Menit)
1	Januari	665
2	Februari	275
3	Maret	0
4	April	0
5	Mei	0
6	Juni	0
7	Juli	0
8	Agustus	0
9	September	0
10	Oktober	0
11	November	0
12	Desember	0

Sumber: Pabrik Benang, Pleret

4. Hasil Produksi Benang CFP pada Mesin TBR L

Data produksi mesin TBR L mengalami peningkatan maupun penurunan baik jumlah produksi maupun cacat produk yang dihasilkan selama bulan Januari 2016-Desember 2016. Berikut hasil produksi mesin TBR L yang ditunjukkan oleh Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Data Hasil Produksi Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2016

No	Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	<i>Defect</i> Produk (Ton)
1	Januari	37,226	0,35045
2	Februari	43,260	0,4118
3	Maret	43,509	0,3937
4	April	37,297	0,3354
5	Mei	37,899	0,3583
6	Juni	41,860	0,4049
7	Juli	29,808	0,2811
8	Agustus	39,668	0,35375
9	September	39,924	0,3069
10	Oktober	46,728	0,3494
11	November	45,145	0,33535
12	Desember	46,728	0,33705

Sumber: Pabrik Benang, Pleret

4.3 Pengolahan Data

Pada pengolahan data dilakukan perhitungan seberapa besar tingkat efektivitas mesin TBR L melalui metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), mengetahui kerugian (*losses*) yang ditimbulkan pada tiap aspeknya berdasarkan metode *six big losses* serta melakukan analisis dari kegagalan dan dampak yang dihasilkan dengan metode *Failure*

Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil dari metode FMEA berupa nilai RPN yang dijadikan dasar untuk menentukan rekomendasi perbaikan yang dilakukan.

4.3.1 Perhitungan Metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Dalam menentukan besarnya nilai efektivitas mesin TBR L menggunakan metode OEE dilakukan perhitungan nilai *availability rate*, *performance rate*, maupun *rate of quality*. Ketiga faktor ini menentukan besarnya nilai OEE mesin TBR L selama proses produksi pada tahun 2016 di masing–masing periodenya.

1. *Availability Rate* Mesin TBR L

Pada perhitungan *Availability Rate* TBR L dibutuhkan data *loading time* maupun *downtime* mesin. Berikut merupakan contoh perhitungan *availability* yang terjadi pada bulan Januari 2016

Operating Time Mesin TBR L = *loading time* – *downtime* = 41760 – 7885 = 33875 menit

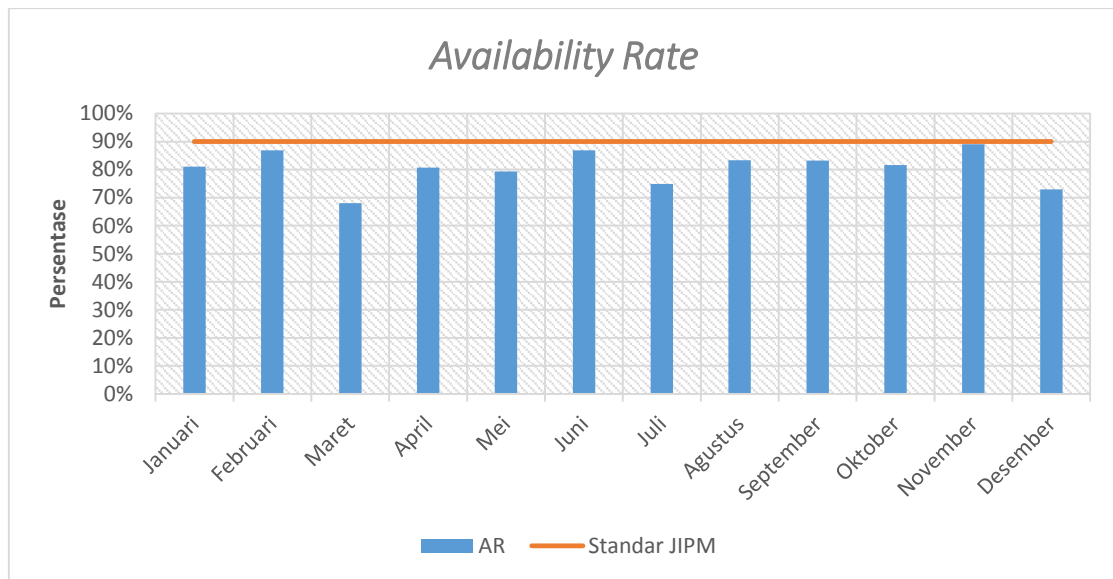
$$\begin{aligned} \text{Availability Rate Mesin TBR L} &= \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{33875 \text{ menit}}{41760 \text{ menit}} \times 100\% = 81,12\% \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *availability rate* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.5.

Tabel 4.5

Hasil Perhitungan Nilai *Availability Rate* Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2016

No	Bulan	Loading Time (Menit)	Downtime (Menit)	Operating Time (Menit)	AR
1	Januari	41760	7885	33875	81,12%
2	Februari	40320	5285	35035	86,89%
3	Maret	41760	13340	28420	68,06%
4	April	43200	8345	34855	80,68%
5	Mei	43200	8940	34260	79,31%
6	Juni	43200	5650	37550	86,92%
7	Juli	31680	7965	23715	74,86%
8	Agustus	43200	7210	35990	83,31%
9	September	41760	7010	34750	83,21%
10	Oktober	43200	7925	35275	81,66%
11	November	43200	4745	38455	89,02%
12	Desember	43200	11690	31510	72,94%
Rata – Rata					80,66%



Gambar 4.3 Grafik Availability Rate Mesin TBR L

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *availability rate* pada mesin TBR L yang ditunjukkan oleh Tabel 4.5 dapat diketahui mesin TBR L hanya memiliki nilai rata-rata sebesar 80,66%. Hal ini menandakan nilai *availability rate* yang diperoleh mesin TBR L belum memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh JIPM (*Japan Institute Plant Maintenance*) yang memiliki nilai khususnya pada faktor *availability rate* sebesar 90%. Nilai *availability rate* mesin TBR tertinggi terjadi pada periode bulan November yang dipengaruhi oleh *Operating Time* yang cukup tinggi yaitu sebesar 38.455 menit. Sedangkan pada bulan Maret nilai *availability rate* mesin TBR L berada titik terendah yaitu sebesar 28.420 menit. Hal ini disebabkan tingginya *downtime* yang dihasilkan selama periode bulan Maret yaitu sebesar 13.340 menit sehingga berdampak pada besarnya nilai *availability rate* yang dihasilkan.

2. Performance Rate Mesin TBR L

Pada perhitungan nilai *Performance Rate* mesin TBR L dibuthkan data jumlah produk yang dihasilkan, waktu operasi, dan *ideal cycle time*. Nilai *ideal cycle time* sebesar 10 jam/ ton untuk setiap periode selama tahun 2016. Berikut merupakan contoh perhitungan *performance rate* yang terjadi pada bulan Januari 2016

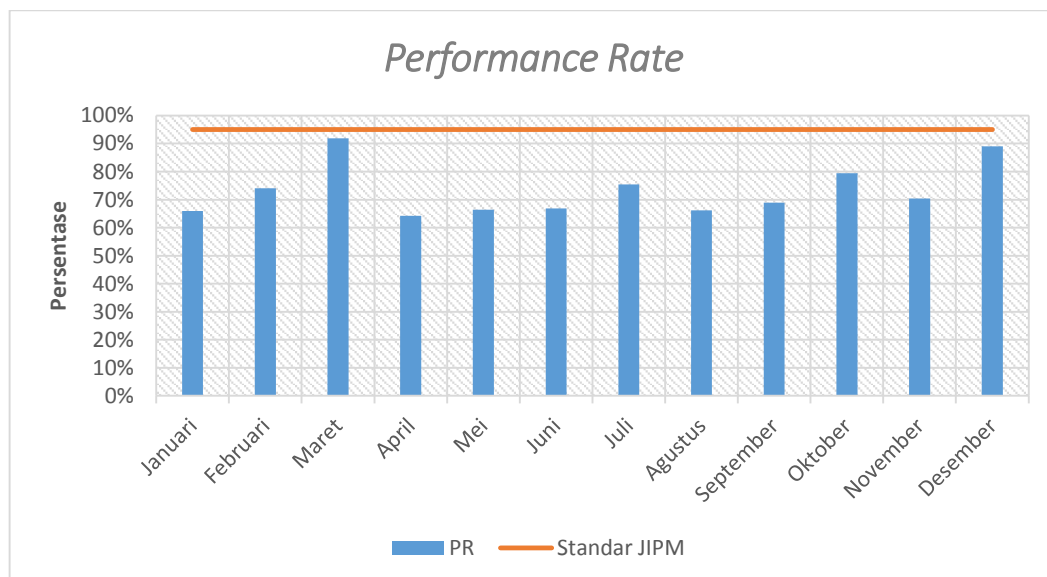
$$\begin{aligned}
 \text{Performance Rate Mesin TBR L} &= \frac{\text{Output} \times \text{Ideal Cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{37,226 \text{ ton} \times 10}{564,58} \times 100\% = 65,94 \%
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *performance rate* mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.6.

Tabel 4.6

Hasil Perhitungan Nilai *Performance Rate* Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2016

Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/Ton)	<i>Operating Time</i> (Jam)	PR
Januari	37,226	10,00	564,58	65,94%
Februari	43,26	10,00	583,92	74,09%
Maret	43,509	10,00	473,67	91,86%
April	37,297	10,00	580,92	64,20%
Mei	37,899	10,00	571,00	66,37%
Juni	41,86	10,00	625,83	66,89%
Juli	29,808	10,00	395,25	75,42%
Agustus	39,668	10,00	599,83	66,13%
September	39,924	10,00	579,17	68,93%
Oktober	46,728	10,00	587,92	79,48%
November	45,145	10,00	640,92	70,44%
Desember	46,728	10,00	525,17	88,98%
Rata - Rata				73,23%

Gambar 4.4 Grafik *Performance Rate* Mesin TBR L

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 4.6 nilai rata-rata *performance rate* yang dihasilkan oleh mesin TBR L masih tetap belum memenuhi standar yang telah ditentukan JIPM yaitu sebesar 95%. Hal ini dapat dilihat bahwa jumlah produksi yang dihasilkan tidak sesuai dengan *ideal cycle time* dan *operating time* yang dimiliki.

3. *Rate of Quality* Hasil Produksi Benang CFP Mesin TBR L

Pada perhitungan nilai *Rate of Quality* yang dimiliki mesin TBR L dibutuhkan data berupa jumlah produksi selama bulan Januari hingga Desember serta cacat produk (*Non-Conformance*) yang dihasilkan oleh mesin TBR itu sendiri. Berikut merupakan contoh perhitungan *Rate of Quality* mesin TBR L yang terjadi pada bulan Januari 2016.

$$Quality = \frac{\text{good pieces}}{\text{total pieces}} \times 100\%$$

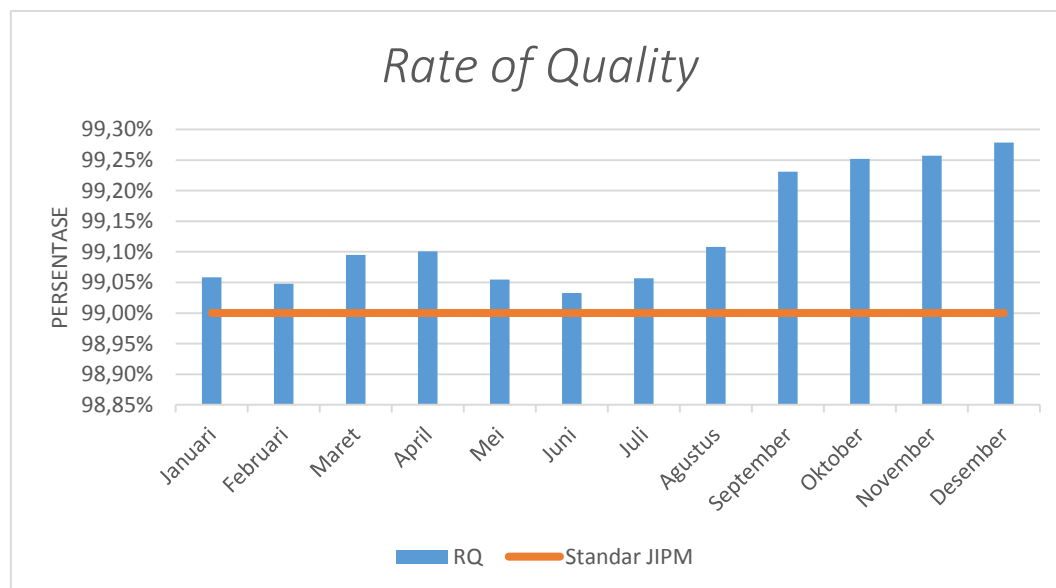
$$Quality = \frac{37,226 - 0,35045}{37,226} \times 100\% = 99,06\%$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *Rate of Quality* mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7.

Tabel 4.7

Hasil Perhitungan Nilai *Rate of Quality* Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2016

No	Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	Defect Produk (Ton)	RQ
1	Januari	37,226	0,35045	99,06%
2	Februari	43,26	0,4118	99,05%
3	Maret	43,509	0,3937	99,10%
4	April	37,297	0,3354	99,10%
5	Mei	37,899	0,3583	99,05%
6	Juni	41,86	0,4049	99,03%
7	Juli	29,808	0,2811	99,06%
8	Agustus	39,668	0,35375	99,11%
9	September	39,924	0,3069	99,23%
10	Oktober	46,728	0,3494	99,25%
11	November	45,145	0,33535	99,26%
12	Desember	46,728	0,33705	99,28%
Rata - Rata				99,13%



Gambar 4.5 Grafik *Rate of Quality* Mesin TBR L

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7 nilai rata-rata *Rate of Quality* yang dihasilkan oleh mesin TBR L telah memenuhi standar yang telah ditentukan JIPM yaitu sebesar 95%. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai *Rate of Quality* yang dimiliki mesin TBR L tiap periodenya selama tahun 2016 lebih besar dari angka persentase 99% dengan nilai tertinggi berada pada bulan Desember sebesar 99,28% dan terendah berada pada bulan Juni dengan nilai sebesar 99,03%.

4. Overall Equipment Effectiveness

Setelah diketahui nilai *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Rate of Quality* mesin TBR L yang dihasilkan selama tahun 2016 maka dilakukan pengukuran nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektivitas mesin TBR itu sendiri. Berikut merupakan contoh perhitungan besarnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin TBR L selama bulan Januari 2016

OEE mesin TBR L = *Availability Rate* x *Performance Rate* x *Rate of Quality*

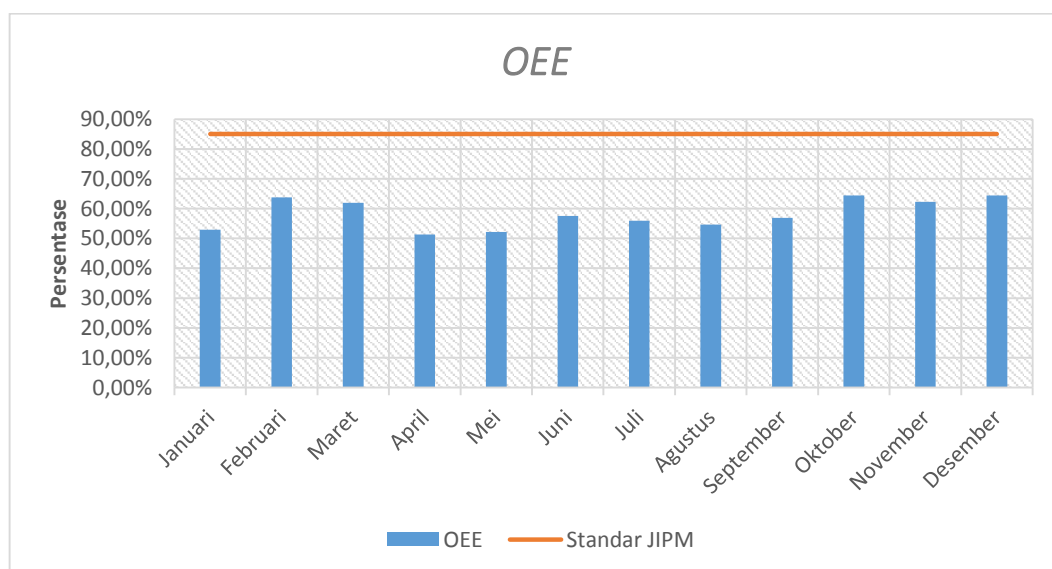
OEE mesin TBR L = $81,12 \times 65,94 \times 99,06 = 52,98\%$

Berikut merupakan hasil perhitungan besarnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin TBR L yang berlangsung selama bulan Januari 2016 hingga Desember 2016 yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8

Hasil Perhitungan Nilai OEE Mesin TBR L Januari 2016-Desember 2016

No	Bulan	<i>Availability Rate</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Rate of Quality</i>	OEE
1	Januari	81,12%	65,94%	99,06%	52,98%
2	Februari	86,89%	74,09%	99,05%	63,76%
3	Maret	68,06%	91,86%	99,10%	61,95%
4	April	80,68%	64,20%	99,10%	51,34%
5	Mei	79,31%	66,37%	99,05%	52,14%
6	Juni	86,92%	66,89%	99,03%	57,58%
7	Juli	74,86%	75,42%	99,06%	55,92%
8	Agustus	83,31%	66,13%	99,11%	54,60%
9	September	83,21%	68,93%	99,23%	56,92%
10	Oktober	81,66%	79,48%	99,25%	64,41%
11	November	89,02%	70,44%	99,26%	62,24%
12	Desember	72,94%	88,98%	99,28%	64,43%
Rata – Rata		80,66%	73,23%	99,13%	58,19%



Gambar 4.6 Grafik Nilai OEE Mesin TBR L

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh selama tahun 2016 nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin TBR L masih terbilang rendah. Nilai rata-rata OEE yang diperoleh pun hanya sebesar 58,19%. Nilai OEE mesin TBR L selama tahun 2016 tidak memenuhi standar nilai JIPM yaitu sebesar 85% di masing-masing periodenya. Nilai OEE terbesar terjadi pada bulan Desember dengan nilai 64,43% dan bulan April memiliki nilai terendah yaitu sebesar 51,34%. Rendahnya nilai OEE yang dihasilkan mesin TBR L disebabkan karena nilai *Performance Rate* yang kecil sehingga berdampak pada nilai OEE mesin TBR L. Nilai *Performance Rate* yang dihasilkan mesin TBR L hanya memiliki nilai berkisar antara 64,2% hingga 91,86%. *Ideal Cycle Time* yang dimiliki perusahaan (10 jam/ton) tidak sesuai dengan *output* produksi yang dihasilkan oleh mesin TBR L sehingga mempengaruhi nilai *Performance Rate* dan memberikan dampak pada kecilnya nilai OEE mesin TBR L.

4.3.2 Perhitungan Metode *Six Big Losses*

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin TBR L selama tahun 2016 yang diperoleh sebesar 58,19% dimana hal ini menandakan nilai OEE tersebut dibawah standar yang telah ditetapkan JIPM maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Six Big Losses*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui *losses* / kerugian apa saja yang mempengaruhi kinerja mesin TBR L. Terdapat 6 kerugian yang menjadi dasar dalam metode *Six Big Losses* yang dikelompokkan dalam 3 faktor utama diantaranya yaitu *Downtime Losses (Breakdown Losses & Set-Up and Adjustment Losses)*, *Speed Losses (Idling and Minor Stoppage Losses & Reduced Speed Losses)*, dan *Quality Losses (Defect in Process Losses & Reduced Losses)*. Berikut merupakan perhitungan *Six Big Losses* tiap faktornya:

1. *Downtime Losses*

Downtime Losses merupakan salah satu *Losses* dimana kerugian yang terjadi disebabkan karena waktu yang hilang akibat adanya kerusakan mesin maupun karena proses *set-up* atau konfigurasi mesin. *Downtime Losses* terbagi menjadi 2 faktor yaitu *Breakdown Losses* dan *Set-Up & Adjustment Losses*.

a. *Breakdown Losses*

Breakdown Losses adalah *Losses* atau kerugian yang disebabkan faktor kerusakan mesin itu sendiri sehingga waktu yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk berkurang. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai *Breakdown Losses* yang terjadi pada bulan Januari 2016.

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{breakdown time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown losses TBR L} = \frac{5215}{41760} \times 100\% = 12\%$$

Berikut merupakan hasil perhitungan *Breakdown Losses* selama tahun 2016 yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9

Hasil Perhitungan *Breakdown Losses* Mesin TBR L

No	Bulan	Loading Time (Menit)	Breakdown (Menit)	Breakdown Losses
1	Januari	41760	5215	12,49%
2	Februari	40320	1955	4,85%
3	Maret	41760	10730	25,69%
4	April	43200	5645	13,07%
5	Mei	43200	6240	14,44%
6	Juni	43200	2930	6,78%
7	Juli	31680	5985	18,89%
8	Agustus	43200	4180	9,68%
9	September	41760	4400	10,54%
10	Oktober	43200	4835	11,19%
11	November	43200	2045	4,73%
12	Desember	43200	8990	20,81%
Rata – Rata				12,76%

Berdasarkan perhitungan faktor *Breakdown Losses* yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 menghasilkan nilai rata-rata sebesar 12,76%. *Breakdown Losses* tertinggi terjadi pada bulan Maret sebesar 25,69% dengan *Breakdown* yang terjadi pada Bulan Maret selama 10.730 menit. Sedangkan pada bulan November memiliki nilai *Breakdown Losses* yang dihasilkan paling rendah selama tahun 2016. Nilai yang dihasilkan periode tersebut sebesar 4,73% dengan *Breakdown* yang terjadi selama 2.045 menit.

b. *Set-up & Adjusment Losses*

Set-up & Adjusment Losses adalah *losses* atau kerugian yang diakibatkan baik oleh konfigurasi mesin maupun pemasangan material yang digunakan selama proses produksi. Terdapat beberapa tindakan yang perlu dilakukan selama proses *set-up* diantaranya memasukkan input berupa *bobbin material* dan *bobbin output* pada mesin TBR L, memasang benang pada *traveller*. Pada saat melakukan proses tersebut mesin TBR L diwajibkan dalam keadaan mati sehingga mengakibatkan waktu produksi pun ikut terbuang dan berdampak pada tingkat efektivitas mesin TBR L itu sendiri. Berikut merupakan contoh perhitungan besarnya nilai *Set-up & Adjusment Losses* yang terjadi pada bulan Januari 2016.

$$\text{Setup \& adjustment} = \frac{\text{set-up \& adjustment time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Setup \& adjustment TBR L} = \frac{2670}{41760} \times 100\% = 6,39\%$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Set-up & Adjustment Losses* mesin TBR L yang terjadi selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.10.

Tabel 4.10

Hasil Perhitungan Nilai *Set-up & Adjustment Losses* Mesin TBR L

No	Bulan	Loading Time (Menit)	Setup Time	Set-up & Adjustment Losses
1	Januari	41760	2670	6,39%
2	Februari	40320	3330	8,26%
3	Maret	41760	2610	6,25%
4	April	43200	2700	6,25%
5	Mei	43200	2700	6,25%
6	Juni	43200	2720	6,30%
7	Juli	31680	1980	6,25%
8	Agustus	43200	3030	7,01%
9	September	41760	2610	6,25%
10	Oktober	43200	3090	7,15%
11	November	43200	2700	6,25%
12	Desember	43200	2700	6,25%
Rata – Rata				6,57%

Berdasarkan perhitungan faktor *Set-up* dan *Adjustment Losses* yang ditunjukkan pada Tabel 4.10 menghasilkan nilai rata-rata sebesar 6,57%. *Losses* tertinggi terjadi pada bulan Februari sebesar 8,26% dengan waktu *set-up* yang terjadi pada Bulan Februari selama 3.330 menit. Sedangkan nilai *Set-up & Adjustment Losses* yang dihasilkan paling rendah selama tahun 2016 sebesar 6,25% yang terjadi pada bulan Maret, April, Mei, Juli, September, November dan Desember.

2. Speed Losses

Speed Losses adalah *losses* yang disebabkan adanya gangguan pada kecepatan produksi selama proses berlangsung sehingga mengakibatkan menurunnya tingkat produksi yang dihasilkan. *Speed Losses* terbagi menjadi 2 macam *losses*, diantaranya yaitu:

a. Idling & Minor Stoppage Losses

Idling & Minor Stoppage Losses adalah salah satu macam *losses* dimana kerugian yang terjadi diakibatkan mesin dalam keadaan *idle* atau mesin dalam keadaan menunggu material yang akan diproses serta dapat terjadi karena kesalahan *minor*. Berikut contoh perhitungan nilai *losses* pada *Idling & Minor Stoppage Losses* yang terjadi pada bulan Januari 2016.

$$\text{idling \& minor stoppages} = \frac{\text{nonproductive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{idling \& minor stoppages TBR L} = \frac{665}{41760} \times 100\% = 1,59\%$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *Idling & Minor Stoppage Losses* mesin TBR L yang terjadi selama tahun 2016.

Tabel 4.11

Hasil Perhitungan Nilai *Idling & Minor Stoppages Losses*

No	Bulan	Loading Time (Menit)	Non-Productive Time (Menit)	Idling & Minor Stoppages Losses
1	Januari	41760	665	1,59%
2	Februari	40320	275	0,68%
3	Maret	41760	0	0%
4	April	43200	0	0%
5	Mei	43200	0	0%
6	Juni	43200	0	0%
7	Juli	31680	0	0%
8	Agustus	43200	0	0%
9	September	41760	0	0%
10	Oktober	43200	0	0%
11	November	43200	0	0%
12	Desember	43200	0	0%

Berdasarkan Tabel 4.11 nilai *Idling & Minor Stoppage Losses* pada bulan Januari menjadi yang terbesar dengan persentase sebesar 1,59% dengan waktu yang terbuang selama 665 menit. Sedangkan pada bulan Februari nilai persentase yang dihasilkan sebesar 0,68% dengan lama waktu yang terbuang sebesar 275 menit.

b. *Reduced Speed Losses*

Reduced Speed Losses merupakan *losses* yang terjadi karena adanya penurunan kecepatan mesin selama proses produksi berlangsung dimana kecepatan mesin dalam kondisi ideal tidak sesuai dengan kecepatan mesin dalam keadaan aktual. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai kerugian pada *Reduced Speed Losses* yang terjadi pada bulan Januari 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.12.

$$\text{reduced speed} = \frac{\text{operating time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{output})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{reduced speed} = \frac{564,58 - (10 \times 37,226)}{696} \times 100\% = 27,63\%$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *Reduced Speed Losses* mesin TBR L yang terjadi selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.12.

Tabel 4.12

Hasil Perhitungan Nilai *Reduced Speed Losses* Mesin TBR L

Bulan	Loading Time (Jam)	Operating Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/ Ton)	Jumlah Produksi (Ton)	Reduced Speed Losses
Januari	696	564,58	10,00	37,226	27,63%
Februari	672	583,92	10,00	43,26	22,52%
Maret	696	473,67	10,00	43,509	5,54%
April	720	580,92	10,00	37,297	28,88%
Mei	720	571,00	10,00	37,899	26,67%
Juni	720	625,83	10,00	41,86	28,78%
Juli	528	395,25	10,00	29,808	18,40%
Agustus	720	599,83	10,00	39,668	28,22%

Bulan	Loading Time (Jam)	Operating Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/ Ton)	Jumlah Produksi (Ton)	Reduced Speed Losses
September	696	579,17	10,00	39,924	25,85%
Oktober	720	587,92	10,00	46,728	16,76%
November	720	640,92	10,00	45,145	26,31%
Desember	720	525,17	10,00	46,728	8,04%
Rata – Rata					21,97%

Berdasarkan tabel 4.12 nilai rata-rata *Reduced Speed Losses* yang dihasilkan mesin TBR L selama tahun 2016 sebesar 21,97%. Persentase tertinggi terjadi pada bulan April dengan nilai sebesar 28,88%. Sedangkan pada bulan Maret *losses* yang dihasilkan berada pada nilai terendah yaitu sebanyak 5,54%.

3. *Quality Losses*

Quality Losses merupakan *losses* yang disebabkan karena produk yang dihasilkan saat proses produksi tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh perusahaan. *Quality Losses* ini terdiri dari 2 jenis, yaitu:

a. *Defect in Process Losses*

Defect in Process Losses merupakan *losses* yang terjadi karena adanya hasil produksi yang mengalami cacat (*Defect-Non Conformance*). Pada proses produksi yang terjadi di Pabrik Benang, Pleret ini terdapat 5 kategori hasil produksi yang dikategorikan sebagai *Non Conformance*, diantaranya yaitu *Unbalance*, *Filamentation*, *High-Twist*, *Low-Twist*, dan *Others*. Berikut merupakan contoh perhitungan besarnya nilai *Defect in Process Losses* mesin TBR L yang terjadi pada bulan Januari 2016.

$$\text{Defect in Process Losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect amount}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Defect in Process Losses} = \frac{10 \times 0,35045}{696} \times 100\% = 0,504\%$$

Tabel 4.13

Hasil Perhitungan Nilai *Defect in Process Losses*

No	Bulan	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Defect Product (Ton)	Loading Time (Jam)	Defect in Process Losses
1	Januari	10,00	0,35045	696	0,504%
2	Februari	10,00	0,4118	672	0,613%
3	Maret	10,00	0,3937	696	0,566%
4	April	10,00	0,3354	720	0,466%
5	Mei	10,00	0,3583	720	0,498%
6	Juni	10,00	0,4049	720	0,562%
7	Juli	10,00	0,2811	528	0,532%
8	Agustus	10,00	0,35375	720	0,491%
9	September	10,00	0,3069	696	0,441%
10	Oktober	10,00	0,3494	720	0,485%
11	November	10,00	0,33535	720	0,466%

No	Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/Ton)	<i>Defect Product</i> (Ton)	<i>Loading Time</i> (Jam)	<i>Defect in Process Losses</i>
12	Desember	10,00	0,33705	720	0,468%

Berdasarkan nilai *Defect in Process Losses* mesin TBR L yang ditunjukkan oleh Tabel 4.13 nilai tertinggi berada pada periode Maret dengan persentase sebesar 5,66% sedangkan pada Bulan September nilai *Defect in Process Losses* memiliki persentase terkecil yaitu sebesar 0,441%.

b. *Reduced Yield Losses*

Reduced yielded losses adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin maupun peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang telah diharapkan. Kerugian yang timbul tergantung pada faktor-faktor seperti keadaan operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/ peralatan maupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan. Berikut merupakan contoh perhitungan besar nilai *losses* pada *Yield Losses* pada bulan Januari 2016.

$$\text{reduced yield} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat saat setting}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{reduced yield TBR L} = \frac{10 \times 0}{696} \times 100\% = 0\%$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *Reduced Yield Losses* mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14

Hasil Perhitungan Nilai *Yield Losses* Mesin TBR L

No	Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/ Ton)	<i>Loading Time</i> (Jam)	<i>Reject-Non Conformance saat Setting</i> (Jam)	<i>Yield Losses</i>
1	Januari	10,00	696	0	0%
2	Februari	10,00	672	0	0%
3	Maret	10,00	696	0	0%
4	April	10,00	720	0	0%
5	Mei	10,00	720	0	0%
6	Juni	10,00	720	0	0%
7	Juli	10,00	528	0	0%
8	Agustus	10,00	720	0	0%
9	September	10,00	696	0	0%
10	Oktober	10,00	720	0	0%
11	November	10,00	720	0	0%
12	Desember	10,00	720	0	0%

Berdasarkan nilai *Reduced Yield Losses* mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.14 nilai yang diperoleh sebesar 0%. Hal ini dikarenakan tidak adanya material yang digunakan untuk uji coba saat proses produksi berlangsung.

4. Analisa Six Big Losses

Berdasarkan nilai 6 kategori dalam metode *Six Big Losses* yang dihasilkan mesin TBR L selama tahun 2016 kategori *Reduced Speed Losses* memperoleh nilai paling dominan dengan persentase tertinggi hampir setiap periodenya. Hal ini menandakan kategori *Reduced Speed Losses* paling signifikan terhadap tingkat efektivitas mesin TBR L. Selain itu kategori lainnya dilanjutkan secara berturut-turut yaitu *Breakdown Losses*, *Set-up & Adjustment Losses*, *Defect Losses*, *Idling & Minor Stoppage Losses*, serta *Yield Losses*. Berikut merupakan hasil rekapitulasi nilai tiap *losses* mesin TBR L selama tahun 2016 berdasarkan metode *Six Big Losses* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.15.

Tabel 4.15

Hasil Rekapitulasi Data *Six Big Losses* Mesin TBR L

No	Bulan	<i>Breakdown Losses</i>	<i>Setup & Adjustment Losses</i>	<i>Idling & Minor Stoppages Losses</i>	<i>Reduced Speed Losses</i>	<i>Defect Losses</i>	<i>Yield Losses</i>
1	Januari	12,49%	6,39%	1,59%	27,63%	0,504%	0%
2	Februari	4,85%	8,26%	0,68%	22,52%	0,613%	0%
3	Maret	25,69%	6,25%	0%	5,54%	0,566%	0%
4	April	13,07%	6,25%	0%	28,88%	0,466%	0%
5	Mei	14,44%	6,25%	0%	26,67%	0,498%	0%
6	Juni	6,78%	6,30%	0%	28,78%	0,562%	0%
7	Juli	18,89%	6,25%	0%	18,40%	0,532%	0%
8	Agustus	9,68%	7,01%	0%	28,22%	0,491%	0%
9	September	10,54%	6,25%	0%	25,85%	0,441%	0%
10	Oktober	11,19%	7,15%	0%	16,76%	0,485%	0%
11	November	4,73%	6,25%	0%	26,31%	0,466%	0%
12	Desember	20,81%	6,25%	0%	8,04%	0,468%	0%

Setelah nilai tiap *losses* diketahui, langkah yang dilakukan selanjutnya yaitu melakukan perhitungan durasi waktu yang terbuang akibat kerugian yang telah ditimbulkan berdasarkan persentase *losses* tiap kategori *Six Big Losses*. Perhitungan yang dilakukan dengan cara melakukan perkalian antara persentase masing-masing *losses* dengan *loading time* tiap periode. Berikut merupakan contoh perhitungan *time losses* yang terjadi pada bulan Januari 2016 pada kategori *Reduce Speed Losses*.

Reduced Speed Losses = persentase *Reduced Speed* x *loading time*

Reduced Speed Losses = 27,63% x 41760 = 11539,4 menit

Berikut merupakan hasil perhitungan *time losses* yang dihasilkan mesin TBR L selama tahun 2016 tiap kategori *Six Big Losses* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.16.

Tabel 4.16
Hasil Perhitungan *Time Losses* Mesin TBR L

No	Bulan	<i>Breakdown Losses</i> (Menit)	<i>Setup & Adjustment Losses</i> (Menit)	<i>Idling & Minor Stoppages Losses</i> (Menit)	<i>Reduced Speed Losses</i> (Menit)	<i>Defect Losses</i> (Menit)	<i>Yield Losses</i> (Menit)
1	Januari	5215	2670	665	11539,4	210,27	0
2	Februari	1955	3330	275	9079	247,08	0
3	Maret	10730	2610	0	2314,6	236,22	0
4	April	5645	2700	0	12476,8	201,24	0
5	Mei	6240	2700	0	11520,6	214,98	0
6	Juni	2930	2720	0	12434	242,94	0
7	Juli	5985	1980	0	5830,2	168,66	0
8	Agustus	4180	3030	0	12189,2	212,25	0
9	September	4400	2610	0	10795,6	184,14	0
10	Oktober	4835	3090	0	7238,2	209,64	0
11	November	2045	2700	0	11368	201,21	0
12	Desember	8990	2700	0	3473,2	202,23	0
Total		63150	32840	940	110258,8	2530,86	0

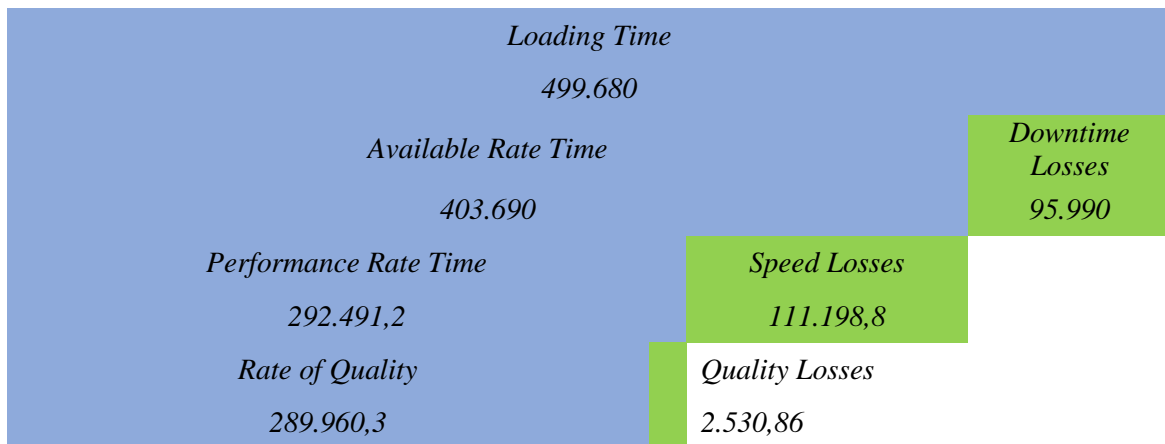
Berdasarkan hasil perhitungan *time losses* yang dihasilkan oleh mesin TBR L selama 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.16 Nilai *Reduced Speed Losses* yang diperoleh cukup signifikan bila dibandingkan dengan kategori *losses* lainnya, yaitu mencapai selama 110.258,8 menit diikuti dengan *Breakdown Losses* (63.150 menit), *Set-up & Adjustment Losses* (32.840 menit), *Defect Losses* (2.530,86 menit), *Idling & Minor Stoppage Losses* (940 menit), serta *Yield Losses* (0 menit). Langkah berikutnya yaitu menghitung persentase serta persentase secara kumulatif pada masing-masing *losses*. Berikut merupakan hasil perhitungan persentase tiap *losses* yang dihasilkan mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.17.

Tabel 4.17
Hasil Persentase *Six Big Losses* Mesin TBR L

Kategori	<i>Six Big Losses</i>	<i>Time Losses</i>	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
<i>Downtime Losses</i>	<i>Breakdown Losses</i>	63150	30,112%	30,112%
	<i>Set-up & Adjustment Losses</i>	32840	15,659%	45,771%
<i>Speed Losses</i>	<i>Idling & Minor Stoppage Losses</i>	940	0,448%	46,219%
	<i>Reduced Speed Losses</i>	110258,8	52,574%	98,793%
<i>Quality Losses</i>	<i>Defect in Process Losses</i>	2530,86	1,207%	100,000%
	<i>Reduced Yield Losses</i>	0	0,000%	100,000%
Total		209719,66	100,000%	

Berdasarkan Tabel 4.17 pengaruh *losses* pada kategori *Reduced Speed Losses* memiliki pengaruh paling dominan terhadap kinerja mesin TBR L selama tahun 2016. Hal ini dapat

dilihat berdasarkan persentase pada kategori *Reduced Speed Losses* ini yang diperoleh selama tahun 2016, yaitu mencapai 52,574%. Sedangkan faktor lainnya menghasilkan nilai persentase sebesar 30,112% akibat *breakdown losses*; 15,659% dikarenakan *Set-up & Adjustment Losses*; 1,207% diperoleh dari *Defect in Process Losses*; dan 0,448% yang dipengaruhi oleh *Idling & Minor Stoppage Losses*.



Gambar 4.7 Time Losses yang dialami Mesin TBR L

Analisa *Six Big Losses* perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan tiap *losses* terhadap tingkat efektivitas yang dihasilkan oleh mesin TBR L selama proses produksi pada tahun 2016 berlangsung. Berdasarkan hasil analisis *Six Big Losses* yang telah dilakukan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7 didapatkan hasil *loading time* atau waktu kerja yang tersedia dalam kurun waktu Januari 2016-Desember 2016 yaitu selama 499.680 menit. Waktu *loading time* yang berlangsung selama 499.680 menit tersebut berkurang akibat adanya *downtime* yang dihasilkan selama 95.990 menit karena adanya kerusakan-kerusakan yang terjadi pada mesin TBR L sehingga waktu yang tersedia untuk proses produksi tersisa menjadi 403.690 menit. Waktu yang tersedia untuk proses produksi (*Available Rate Time*) terbuang selama 111.198,8 menit akibat adanya *speed losses* sehingga waktu yang diperoleh untuk *performance rate time* bernilai sebesar 292.491,2 menit. Hal ini disebabkan adanya penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan ketentuan berupa pengurangan kecepatan pada mesin *twisting* tersebut mengingat mesin TBR L yang sudah tua sehingga perlu adanya penurunan kecepatan pada *twist per meter* nya. Waktu *performance rate* tereduksi selama 2530,86.

4.3.3 Identifikasi Penyebab Losses Melalui Fishbone Diagram

Identifikasi *losses* pada masing-masing kategori berdasarkan *Six Big Losses*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya *losses* yang mempengaruhi mesin TBR L selama proses produksi. Terdapat 5 kategori *losses* yang diidentifikasi, diantaranya yaitu

reduced speed losses, breakdown losses, set-up & adjustment losses, idling & minor stoppages losses, dan defect in process losses. Identifikasi yang dilakukan berdasarkan hasil pengamatan secara langsung, wawancara maupun *report book* operator. Berikut merupakan hasil identifikasi penyebab *losses*.

1. *Breakdown losses*

Losses pada kategori ini diakibatkan karena adanya kerusakan yang terjadi pada mesin. Akibat dari kerugian ini yaitu mesin yang mati secara mendadak sehingga proses produksi yang sedang berlangsung harus berhenti sementara. Berikut hasil identifikasi *losses* yang terjadi akibat adanya *breakdown* pada faktor mesin yaitu:

a. *Spindle goyang*

Spindle goyang disebabkan karena pemasangan *bobbin* pada *spindle* mesin yang tidak pas. *Spindle* goyang juga terjadi karena kurangnya pelumasan pada permukaan luar *base bobbin* mengakibatkan gesekan yang terjadi antara *base bobbin* dengan *spindle* semakin meningkat sehingga permukaan luar *base bobbin* tergerus. Hal ini mengakibatkan putaran *bobbin* saat melakukan proses *twisting* menjadi tidak stabil. Apabila hal ini dibiarkan akan mengakibatkan *twist* yang terjadi pada *bobbin* berbeda tiap sisinya sehingga mesin perlu dihentikan.

b. *Inverter Overheat*

Breakdown mesin yang terjadi karena *inverter* yang mengalami *overheat* disebabkan karena adanya penyumbatan pada bagian *fan heatsink*. Penumpukan debu atau sisa-sisa benang mengakibatkan *heatsink* tidak dapat menyerap panas dan *fan* tidak bekerja dengan baik sehingga *inverter* rentan mengalami *overheat*. Penyumbatan tersebut berupa debu atau sisa-sisa benang yang tersangkut.

c. *Electrical Failure*

Pada *breakdown* ini, *losses* terjadi karena daya mesin tidak stabil. Hal ini menyebabkan *inverter* mengalami *shutdown* sehingga mengakibatkan mesin mengalami mati secara mendadak sehingga mengganggu jalannya proses produksi.

d. *Power Cut*

Breakdown yang terjadi karena *power cut* disebabkan karena pihak eksternal, yaitu adanya pemadaman listrik yang dilakukan PLN sebagai pihak penyedia. Hal ini mengakibatkan mesin harus mendadak mati.

e. *Twist Ring Macet*

Breakdown ini terjadi karena adanya sisa-sisa benang yang tersangkut pada bagian *twist ring* terutama pada komponen *traveller*. Hal ini mengakibatkan *twist* pada

bobbin output sering tersangkut pada *traveller*. Kurang tersedianya pelumas/ oli pada *dispenser device* yang terdapat pada *twist ring* juga sering mengakibatkan putaran *traveller* pada *twist ring* terhenti.

f. *Spindle Overfeed*

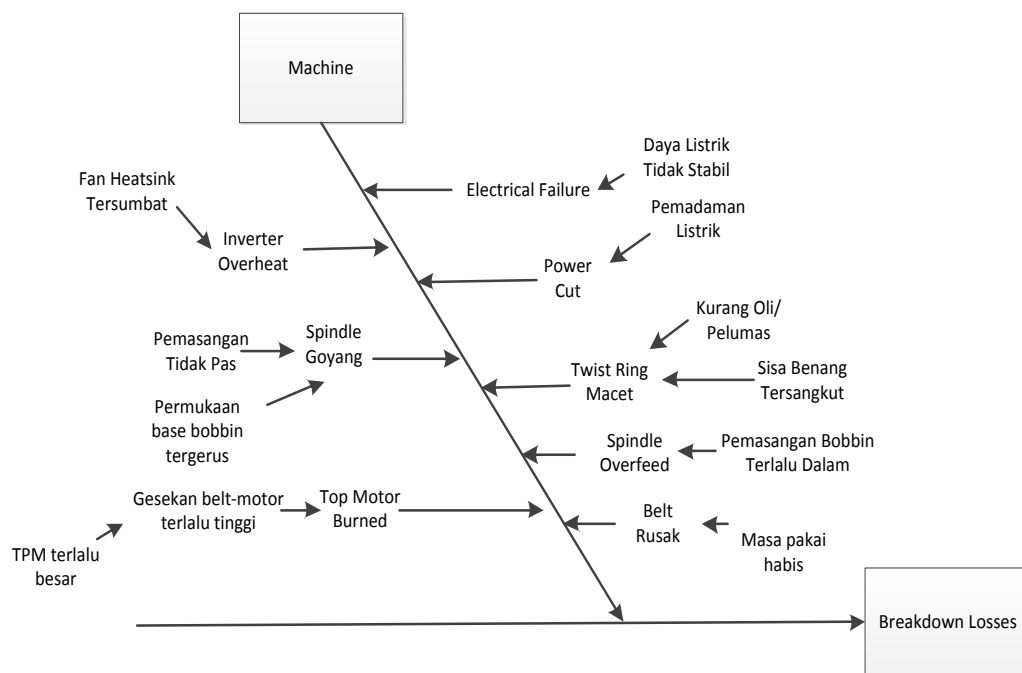
Pada *breakdown* ini, pemasangan *bobbin* pada *spindle* terlalu dalam dan dipaksakan. Hal ini menyebabkan ketika proses *doffing* dilakukan, *bobbin* sulit terlepas dari mesinnya sehingga saat melepaskan *bobbin* dari mesin operator tidak menarik *bobbin* secara vertikal. Hal ini mengakibatkan *base bobbin* sering mengalami patah karena tindakan yang berlebihan.

g. *Belt Rusak*

Breakdown yang diakibatkan karena *belt* mengalami kerusakan hingga patah mengakibatkan mesin perlu dihentikan sejenak untuk melakukan pergantian *belt*. Hal ini disebabkan karena masa pakai *belt* yang sudah habis sehingga perlu adanya pergantian *belt* untuk menggerakkan *spindle*.

h. *Top Motor Burned*

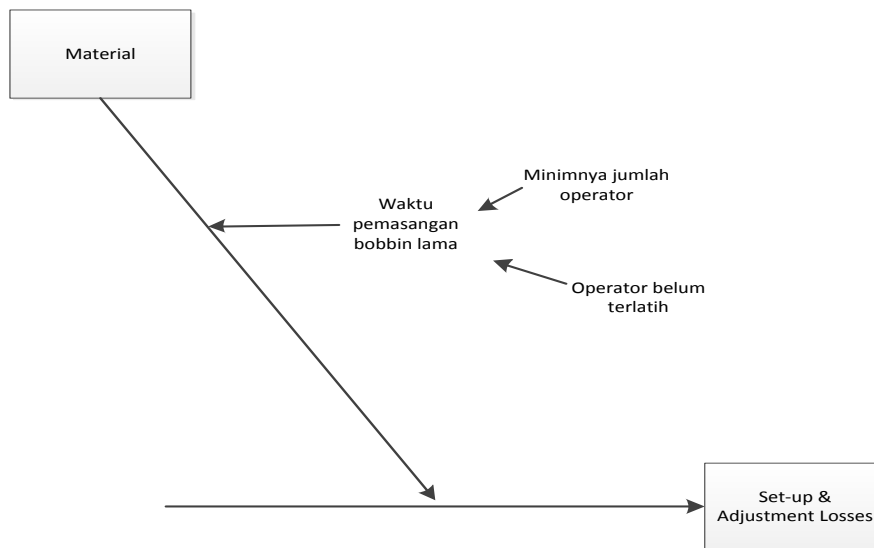
Pada *breakdown* ini, motor mengalami *burned/ overheat*. Gesekan yang terjadi pada *belt* dengan *motor* semakin tinggi dan mengakibatkan suhu dalam ruangan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pada periode tertentu *twist per meter* yang digunakan pada mesin terlalu besar ($TPM > 800$) untuk menyelesaikan jumlah pesanan yang tinggi.



Gambar 4.8 Fishbone Diagram pada Breakdown Losses

2. *Set-up & Adjustment Losses*

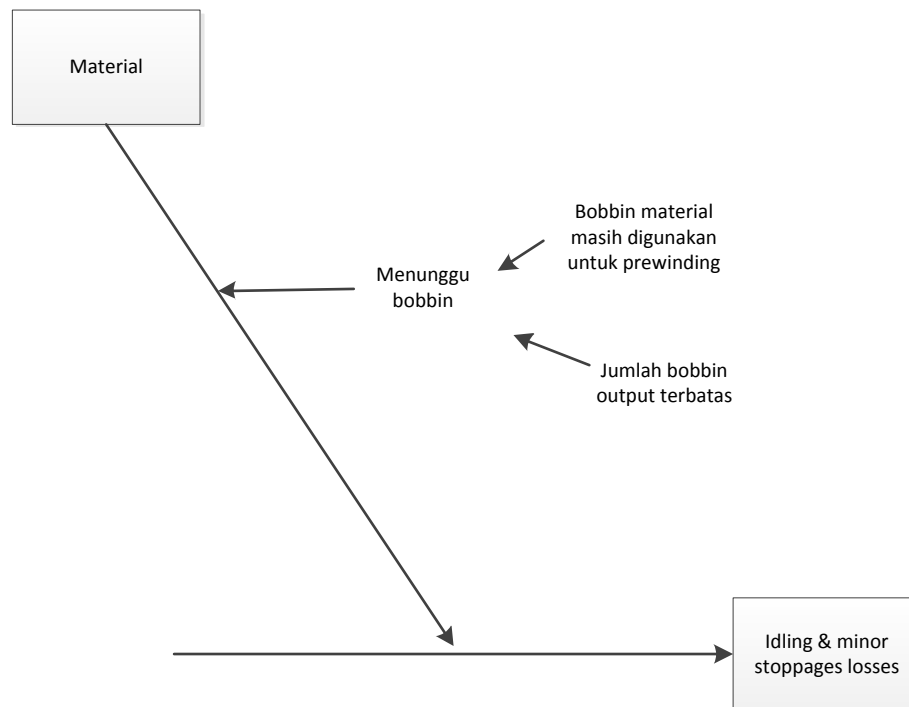
Losses yang diakibatkan karena lamanya waktu *setting* mesin maupun pemasangan material pada mesin. Hasil identifikasi *losses* yang terjadi akibat adanya *set-up & adjustment* pada faktor material yaitu dikarenakan waktu pemasangan *bobbin* baik *bobbin input* pada bagian atas mesin serta *bobbin output* pada bagian bawah mesin yang terbilang cukup lama. Hal ini diakibatkan jumlah operator hanya tersedia 1 orang saja. Jumlah operator tersebut tidak sesuai bila dibandingkan jumlah *bobbin* yang harus diletakkan pada mesin. Kurangnya pengalaman yang dimiliki oleh operator juga dapat meningkatkan durasi *setting* dan pemasangan *bobbin* pada mesin TBR L.



Gambar 4.9 Fishbone Diagram pada *Set-up & Adjustment Losses*

3. *Idling & Minor Stoppages Losses*

Losses yang terjadi karena *idling & minor stoppages* disebabkan karena mesin berada dalam kondisi *idle*. Hal ini disebabkan karena menunggu material yang masih berada pada proses sebelumnya sehingga mesin tidak digunakan sementara. Hasil identifikasi penyebab terjadinya *idling & minor stoppages losses* yaitu menunggu *bobbin* yang masih digunakan untuk proses selain *twisting*. Seperti contoh *bobbin input/ material* yang masih melalui proses *prewinding* sehingga proses *twisting* yang dikerjakan oleh mesin TBR L terlambat untuk dilakukan. kurang tersedianya *bobbin output* juga mengakibatkan mesin harus *idle*.



Gambar 4.10 Fishbone Diagram pada idling & minor stoppages losses

4. Reduced Speed Losses

Losses pada kategori ini diakibatkan karena adanya penurunan kecepatan mesin sehingga hasil produksi yang diperoleh tidak sesuai dengan *ideal cycle time* yang dimiliki. Hasil identifikasi penyebab *losses* yang diakibatkan karena penurunan kecepatan mesin sama seperti yang disebabkan karena kerusakan mesin. Hal ini dikarenakan ketika mesin mengalami kerusakan, maka kecepatan produksi cenderung menurun. Berikut hasil identifikasi *losses* yang terjadi akibat adanya *reduced speed losses* pada faktor mesin yaitu:

a. Spindle goyang

Spindle goyang disebabkan karena pemasangan *bobbin* pada *spindle* mesin yang tidak pas. *Spindle* goyang juga terjadi karena kurangnya pelumasan pada permukaan luar *base bobbin* mengakibatkan gesekan yang terjadi antara *base bobbin* dengan *spindle* semakin meningkat sehingga permukaan luar *base bobbin* tergerus. Hal ini mengakibatkan putaran *bobbin* saat melakukan proses *twisting* menjadi tidak stabil. Apabila hal ini dibiarkan mengakibatkan *twist* yang terjadi pada *bobbin* berbeda tiap sisinya sehingga mesin perlu dihentikan.

b. Inverter Overheat

Penurunan kecepatan mesin yang terjadi karena *inverter* yang mengalami *overheat* disebabkan karena adanya penyumbatan pada bagian *fan heatsink*. Penumpukan debu atau sisa-sisa benang mengakibatkan *heatsink* tidak dapat menyerap panas dan

fan tidak bekerja dengan baik sehingga *inverter* rentan mengalami *overheat*. Penyumbatan tersebut berupa debu atau sisa-sisa benang yang tersangkut.

c. *Electrical Failure*

Pada *losses* ini, daya mesin yang terjadi tidak stabil. Hal ini menyebabkan *inverter* mengalami *shutdown* sehingga mengakibatkan mesin mengalami mati secara mendadak sehingga mengganggu jalannya proses produksi.

d. *Power Cut*

Losses yang terjadi karena *power cut* disebabkan karena pihak eksternal, yaitu adanya pemadaman listrik yang dilakukan PLN sebagai pihak penyedia. Hal ini mengakibatkan mesin harus mendadak mati.

e. *Twist Ring Macet*

Penurunan kecepatan mesin terjadi karena adanya sisa-sisa benang yang tersangkut pada bagian *twist ring* terutama pada komponen *traveller*. Hal ini mengakibatkan *twist* pada *bobbin output* sering tersangkut pada *traveller*. Kurang tersedianya pelumas/ oli pada *dispenser device* yang terdapat pada *twist ring* juga sering mengakibatkan putaran *traveller* pada *twist ring* terhenti.

f. *Spindle Overfeed*

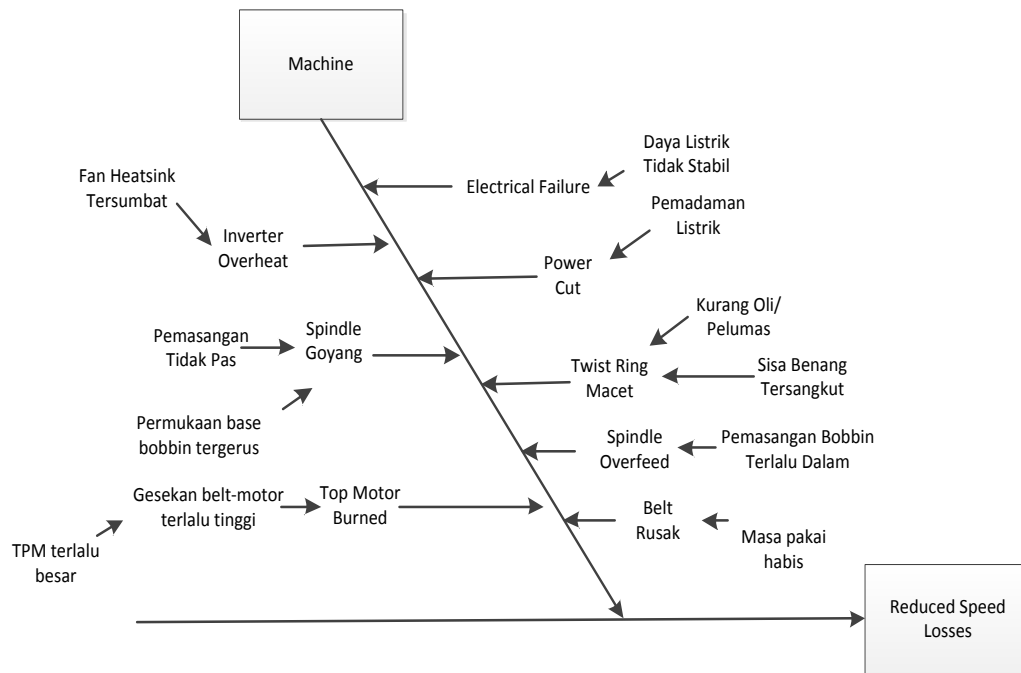
Pada *losses* ini, pemasangan *bobbin* pada *spindle* terlalu dalam dan dipaksakan. Hal ini menyebabkan ketika proses *doffing* dilakukan, *bobbin* sulit terlepas dari mesinnya sehingga saat melepaskan *bobbin* dari mesin operator tidak menarik *bobbin* secara vertikal. Hal ini mengakibatkan *base bobbin* sering mengalami patah karena tindakan yang berlebihan.

g. *Belt Rusak*

Penurunan kecepatan mesin yang diakibatkan karena *belt* mengalami kerusakan hingga patah mengakibatkan mesin perlu dihentikan sejenak untuk melakukan pergantian *belt*. Hal ini disebabkan karena masa pakai *belt* yang sudah habis sehingga perlu adanya pergantian *belt* untuk menggerakkan *spindle*.

h. *Top Motor Burned*

Pada *losses* ini, motor mengalami *burned/ overheat*. Gesekan yang terjadi pada *belt* dengan *motor* semakin tinggi dan mengakibatkan suhu dalam ruangan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pada periode tertentu *twist per meter* yang digunakan pada mesin terlalu besar ($TPM > 800$) untuk menyelesaikan jumlah pesanan yang tinggi.



Gambar 4.11 Fishbone Diagram pada Reduced Speed Losses

5. Defect in Process Losses

Losses ini terjadi disebabkan karena hasil produksi yang diperoleh tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Hasil identifikasi penyebab terjadinya *defect in process losses* pada faktor mesin yaitu:

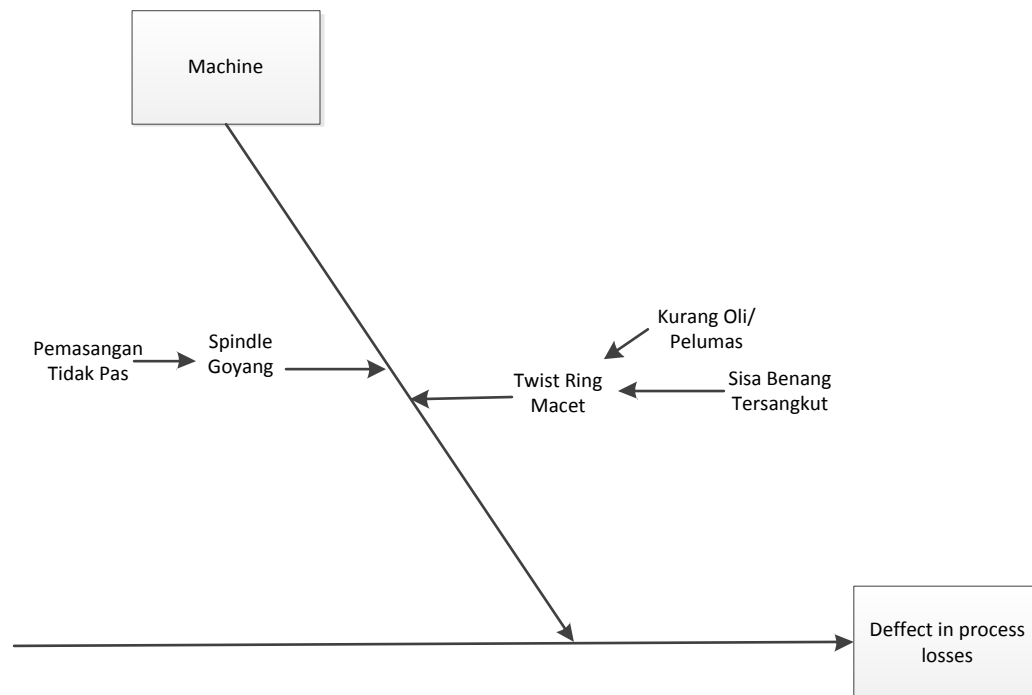
a. Spindle goyang

Spindle goyang disebabkan karena pemasangan *bobbin* pada *spindle* mesin yang tidak pas. *Spindle* goyang juga terjadi karena kurangnya pelumasan pada permukaan luar *base bobbin* mengakibatkan gesekan yang terjadi antara *base bobbin* dengan *spindle* semakin meningkat sehingga permukaan luar *base bobbin* tergerus. Hal ini mengakibatkan putaran *bobbin* saat melakukan proses *twisting* menjadi tidak stabil. Apabila hal ini dibiarkan akan mengakibatkan *twist* yang terjadi pada *bobbin* berbeda tiap sisinya dan menimbulkan produk yang cacat seperti contoh terjadinya *unbalance*, *high-low twist* pada benang sehingga mesin perlu dihentikan sementara.

b. Twist Ring macet

Penurunan kecepatan mesin terjadi karena adanya sisa-sisa benang yang tersangkut pada bagian *twist ring* terutama pada komponen *traveller*. Hal ini mengakibatkan *twist* pada *bobbin output* sering tersangkut pada *traveller*. Kurang tersedianya pelumas/ oli pada *dispenser device* yang terdapat pada *twist ring* juga sering mengakibatkan putaran *traveller* pada *twist ring* terhenti. *Losses* ini dapat

mengakibatkan cacat produk pada benang salah satunya berupa *filamentation* pada benang.



Gambar 4.12 Fishbone Diagram pada Defect in Process Losses

4.3.4 Pengolahan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Kegunaan metode FMEA ditujukan untuk mengidentifikasi dampak maupun akibat dari kegagalan suatu sistem atau proses yang terjadi. Pada pengolahan FMEA dilakukan berdasarkan penyebab-penyebab yang telah teridentifikasi melalui metode *six big losses* maupun *fishbone diagram*. Selain itu pengamatan langsung pada rantai produksi serta wawancara pada pihak perusahaan dilakukan untuk mengetahui penyebab dan dampak yang ditimbulkan pada masing-masing kegagalan/ *failure*. Pada Tabel 4.18 menunjukkan masing-masing *failure* dan penyebab serta dampaknya. Berikut uraian kegagalan yang terjadi selama tahun 2016:

Tabel 4.18

Failure, Failure Mode, dan Failure Effect Mesin TBR L

No	Failure	Failure Mode	Failure Effect
1	Electrical Failure	Daya listrik tidak stabil	Mesin berhenti beroperasi
2	Power Cut	Pemadaman listrik yang dilakukan oleh pihak penyedia (PLN)	Mesin berhenti beroperasi
3	Inverter Overheat/ Burn	Fan heatsink tidak dapat bekerja dengan baik karena adanya debu atau sisa-sisa benang yang menyumbat	Twist tersendat sehingga mengganggu proses produksi akibat mesin yang mendadak mati
4	Spindle goyang	Pemasangan bobbin pada top spindle &	Putaran bobbin material

No	Failure	Failure Mode	Failure Effect
		<i>bottom spindle</i> yang tidak pas dan kurang tepat, permukaan <i>base bobbin</i> tergerus	ataupun <i>bobbin output</i> tidak stabil (goyang)
5	<i>Spindle overfeed</i>	Pemasangan bobbin pada <i>spindle</i> yang terlalu dalam dan dipaksakan	<i>Base bobbin</i> patah / rusak
6	<i>Top motor burned</i>	Adanya gesekan yang berlebihan karena penambahan kecepatan <i>twist</i> (peningkatan kecepatan <i>twist per meter</i> terlalu besar: $T/m \geq 800$),	<i>top belt</i> tidak dapat berjalan sehingga <i>twist</i> tidak dapat dihasilkan
7	<i>Belt rusak - patah</i>	Penggunaan <i>belt</i> melebihi masa pakai	<i>Spindle</i> tidak bergerak sehingga tidak dapat melakukan <i>twist</i>
8	<i>Twist ring macet</i>	Adanya kotoran berupa benang yang tersangkut pada <i>twist ring-traveller</i> , kurang oli	<i>Feed</i> yang terjadi pada <i>bobbin output</i> tidak seimbang di tiap bobbinnnya
9	Waktu pemasangan <i>bobbin</i> yang lama	Jumlah operator tidak sesuai dengan jumlah <i>bobbin</i> pada mesin TBR L, operator kurang berpengalaman	Produksi menunggu

Berikut merupakan durasi *downtime* tiap *failure* yang terjadi pada mesin TBR L serta banyaknya kegagalan selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.19.

Tabel 4.19

Downtime dan Frekuensi *Failure* Mesin TBR L Tahun 2016

No.	Failure Mode	Downtime (menit)	Jumlah Frekuensi
1	<i>Electrical Failure</i>	225	8
2	<i>Power Cut</i>	960	21
3	<i>Inverter Overheat/Burn</i>	39845	74
4	<i>Spindle goyang</i>	4610	267
5	<i>Spindle overfeed</i>	900	132
6	<i>Top motor burned</i>	12630	56
7	<i>Belt rusak-patah</i>	365	4
8	<i>Twist ring macet</i>	3615	284
9	Waktu pemasangan <i>bobbin</i> yang lama	32840	784

Sumber: Pabrik Benang, Pleret

Berikut merupakan uraian mengenai penyebab dan dampak yang ditimbulkan pada masing-masing kegagalan (*failure*), yaitu:

1. *Electrical Failure*

Kegagalan ini diakibatkan karena daya listrik yang tidak stabil. Hal ini berpengaruh langsung pada inverter mesin TBR L yang tidak bisa bekerja secara optimal sehingga mesin TBR L mendadak mati (*shutdown*). *Downtime* yang terjadi akibat *failure* ini berlangsung selama 225 menit dan terjadi sebanyak 8 kali.

2. *Power Cut*

Kegagalan yang dikategorikan sebagai *Power Cut* ini murni dikarenakan adanya pemadaman yang dilakukan oleh PLN sebagai pihak penyedia. Pihak perusahaan Pabrik Benang yang berlokasi di Pleret ini pun tidak menyediakan sumber tenaga listrik/ generator sebagai upaya cadangan untuk menghindari pemadaman listrik yang dapat mempengaruhi proses produksi. *Downtime* pada kategori ini terjadi selama 2.460 menit dan terjadi sebanyak 21 kali selama tahun 2016.

3. *Inverter Overheat/ Burned*

Failure yang disebabkan karena *Inverter Overheat/ Burned* ini memiliki waktu *downtime* terbesar yaitu berlangsung selama 39.250 menit. *Breakdown* mesin yang terjadi karena *inverter* yang mengalami *overheat* disebabkan karena adanya penyumbatan pada bagian *fan heatsink*. Penumpukan debu atau sisa-sisa benang mengakibatkan *heatsink* tidak dapat menyerap panas dan *fan* tidak bekerja dengan baik sehingga *inverter* rentan mengalami *overheat*. *Downtime* terjadi sebanyak 74 kali.

4. *Spindle goyang*

Kegagalan ini terjadi dikarenakan operator kurang jeli dalam memasang *bobbin* baik *bobbin input* maupun *bobbin output*. *Spindle* goyang juga terjadi karena kurangnya pelumasan pada permukaan luar *base bobbin* mengakibatkan gesekan yang terjadi antara *base bobbin* dengan *spindle* semakin meningkat sehingga permukaan luar *base bobbin* tergerus. Hal ini mengakibatkan putaran *bobbin* saat melakukan proses *twisting* menjadi tidak stabil. Apabila hal ini dibiarkan akan mengakibatkan *twist* yang terjadi pada *bobbin* berbeda tiap sisinya sehingga mesin perlu dihentikan. *Downtime* yang dihasilkan karena kegagalan ini terjadi sebanyak 267 dan selama 3.110 menit pada tahun 2016.

5. *Spindle overfeed*

Berbeda dengan kegagalan pada kategori *spindle* goyang, *spindle overfeed* ini disebabkan karena pemasangan *bobbin input* ataupun *bobbin output* pada *spindle* yang dilakukan oleh operator terlalu dalam dan dipaksakan. Hal ini menyebabkan ketika proses *doffing* dilakukan, *bobbin* sulit terlepas dari mesinnya sehingga saat melepaskan *bobbin* dari mesin operator tidak menarik *bobbin* secara vertikal. Hal ini mengakibatkan *base bobbin* sering mengalami patah karena tindakan yang berlebihan. *Spindle overfeed* ini menghasilkan waktu *downtime* selama 900 menit dan sebanyak 132 kali kejadian.

6. *Top motor burned*

Pada *failure* ini *top motor* mengalami panas yang disebabkan karena gesekan yang terjadi antara belt dengan motor yang semakin besar karena adanya peningkatan kecepatan TPM (*twist per meter*) yang ditentukan oleh operator pada mesin TBR L selama proses produksi. Pada periode tertentu *twist per meter* yang digunakan pada mesin terlalu besar ($TPM > 800$) untuk menyelesaikan jumlah pesanan yang tinggi. Selama ini tindakan yang dilakukan hanya membuka pintu *lock door* tersebut agar udara panas bisa keluar. Hal ini pun berakibat tidak digunakannya *emergency flash light*. *Downtime* yang dihasilkan selama tahun 2016 ini berlangsung selama 12.630 menit dan sebanyak 56 kejadian.

7. *Belt rusak-patah*

Belt yang digunakan untuk menggerakkan *spindle* pada mesin TBR L ini mengalami kerusakan maupun patah yang disebabkan karena telah melewati masa pakai. Operator yang bertugas pun lupa dalam melakukan pergantian komponen *belt* ini. Akibatnya *twist* tidak ada dan telah terjadi *downtime* sebanyak 4 kali yang berlangsung selama 365 menit.

8. *Twist ring macet*

Kegagalan ini terjadi karena kurangnya pemberian oli pada *dispenser device* dan masih terdapat debu maupun kotoran berupa benang sisa hasil proses produksi *twisting* yang tersangkut di bagian *twist ring* hingga *traveller*. Hal ini menyebabkan proses *twisting/feed* yang terjadi pada *bobbin output* tidak seimbang pada tiap sisinya. Kegagalan ini berakibat pada waktu *downtime* yang terjadi sebanyak 284 kejadian selama 3.615 menit.

9. Waktu pemasangan *bobbin* yang lama

Kegagalan ini disebabkan karena jumlah operator yang tidak sesuai dengan jumlah *bobbin* yang tersedia. Terdapat 54 pasang *bobbin output* dan 162 pasang *bobbin input*. Sedangkan tiap 1 kali *shift* hanya terdapat 1 orang operator yang menangani proses produksi yang terjadi pada mesin TBR L. Waktu pemasangan yang lama juga disebabkan karena kurangnya pengalaman operator dalam memasang *bobbin* pada mesin. *Downtime* berupa *set-up time* berlangsung selama 32.840 menit yang terjadi pada tahun 2016. *Downtime* ini pun terjadi paling banyak dengan jumlah kejadian sebesar 784.

Setelah *failure* telah teridentifikasi, maka langkah selanjutnya yaitu perhitungan *risk priority number* (RPN). Hal ini berguna untuk menentukan *failure* mana yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Perhitungan besarnya nilai RPN

diperoleh berdasarkan besarnya nilai pada rating *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari setiap kegagalan (*failure*). Penentuan *ranking severity*, *occurrence*, dan *detection* adalah sebagai berikut.

1. Penentuan *Ranking Severity*

Severity adalah tingkat keparahan dari kegagalan yang terjadi pada mesin TBR ini. Kriteria penentuan *ranking severity* berdasarkan pada Tabel 2.3. Waktu yang digunakan sebagai *Non productive time* adalah waktu *downtime* mesin TBR L ketika mesin terpaksa harus berhenti beroperasi akibat adanya kegagalan/ *failure* pada mesin. Waktu *downtime* diperoleh dari jumlah *downtime* yang dihasilkan mesin TBR L selama tahun 2016 pada setiap *failure* yang didapatkan dari *logbook* operator.

Tabel 4.20

Kriteria Penilaian *Severity*

Efek	Penjelasan	<i>Non-Productive Time</i>	<i>Rank</i>
Sangat Berbahaya	Dapat membahayakan pegawai dan sistem itu sendiri tanpa ada peringatan	>8640 menit	10
Berbahaya	Dapat membahayakan pegawai sendiri dengan ada peringatan terlebih dahulu	7200 menit-8640 menit	9
Sangat Tinggi	Kegagalan mengganggu sistem kerja secara total	5760 menit-7200 menit	8
Tinggi	Kegagalan mempengaruhi 50% kerja sistem	4320 menit-5760 menit	7
Sedang	Kegagalan mempengaruhi 25% kerja sistem	2880 menit-4320 menit	6
Rendah	Kegagalan mempengaruhi 10% kerja sistem	1440 menit-2880 menit	5
Sangat Rendah	Kegagalan mempengaruhi kerja sistem	720 menit-1440 menit	4
Ringan	Kegagalan memberikan efek minor pada sistem	360 menit-720 menit	3
Sangat Ringan	Kegagalan memberikan efek yang dapat diabaikan	180 menit-360 menit	2
Tidak Ada Akibat	Kegagalan tidak memberikan efek	≤180 menit	1

Pada Tabel 4.21 ini menunjukkan nilai *severity* dari tiap *failure*, *failure mode*, dan *failure effect* yang telah teridentifikasi. Pemberian *ranking* berdasarkan jumlah *downtime* yang diperoleh

Tabel 4.21

Nilai *Ranking Severity* Mesin TBR L

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Downtime (menit)</i>	S
1	<i>Electrical Failure</i>	Daya listrik tidak stabil	Mesin berhenti beroperasi	225	2
2	<i>Power Cut</i>	Pemadaman listrik yang dilakukan oleh pihak	Mesin berhenti beroperasi	960	4

No	Failure	Failure Mode	Failure Effect	Downtime (menit)	S
		penyedia (PLN)			
3	<i>Inverter Overheat/Burn</i>	<i>Fan heatsink</i> tidak dapat bekerja dengan baik karena adanya debu atau sisa-sisa benang yang menyumbat	<i>Twist</i> tersendat sehingga mengganggu proses produksi akibat mesin yang mendadak mati	39845	10
4	<i>Spindle goyang</i>	Pemasangan <i>bobbin</i> pada <i>top spindle & bottom spindle</i> yang tidak pas dan kurang tepat, permukaan <i>base bobbin</i> tergerus	Putaran <i>bobbin material</i> ataupun <i>bobbin output</i> tidak stabil (goyang)	4610	7
5	<i>Spindle overfeed</i>	Pemasangan <i>bobbin</i> pada <i>spindle</i> yang terlalu dalam dan dipaksakan	<i>Base bobbin</i> patah / rusak	900	4
6	<i>Top motor burned</i>	Adanya gesekan yang berlebihan karena penambahan kecepatan <i>twist</i> (peningkatan kecepatan <i>twist per meter</i> terlalu besar: $T/m \geq 800$),	<i>top belt</i> tidak dapat berjalan sehingga <i>twist</i> tidak dapat dihasilkan	12630	10
7	<i>Belt rusak-patah</i>	Penggunaan <i>belt</i> melebihi masa pakai	<i>Spindle</i> tidak bergerak sehingga tidak dapat melakukan <i>twist</i>	365	3
8	<i>Twist ring macet</i>	Adanya kotoran berupa benang yang tersangkut pada <i>twist ring-traveller</i> , kurang oli	<i>Feed</i> yang terjadi pada <i>bobbin output</i> tidak seimbang di tiap <i>bobbinnya</i>	3615	6
9	Waktu pemasangan <i>bobbin</i> yang lama	Jumlah operator tidak sesuai dengan jumlah <i>bobbin</i> pada mesin TBR L, operator kurang berpengalaman	Produksi menunggu	32840	10

Berdasarkan penilaian yang ditunjukkan oleh Tabel 4.21 dapat diketahui nilai *severity* tertinggi yaitu pada *failure inverter overheat/ burned*. *Failure* tersebut mengakibatkan *downtime* selama 39845 menit sehingga nilai *severity* yang diperoleh yaitu sebesar 10. Begitu pula dengan kategori *failure* yang disebabkan karena *top motor burned* dan waktu pemasangan *bobbin* lama. Kedua kategori *failure* ini menghasilkan nilai *severity* sebesar 10 dengan rincian kategori *top motor burned* menghasilkan *downtime* selama 12630 menit. Sedangkan waktu pemasangan *bobbin* menghasilkan *downtime* selama 32840 menit. Kategori yang mendapatkan nilai *severity* terendah yaitu yang disebabkan karena *electrical failure* yaitu sebesar 2.

2. Penentuan *Ranking Occurrence*

Occurrence adalah jumlah ataupun frekuensi banyaknya kegagalan yang telah terjadi.

Nilai *occurrence* ini diperoleh melalui diskusi dan wawancara dengan pihak perusahaan khususnya pada bagian produksi (departemen CFT). *Report book* juga dapat menjadi acuan dalam menentukan *rank* pada faktor *occurrence* ini, seperti contoh frekuensi terjadinya kejadian *failure* per tahun yang dialami oleh mesin TBR L selama tahun 2016. Kriteria dan *ranking* untuk *occurrence* diperoleh berdasarkan nilai yang tercantum pada Tabel 2.4. Tabel 4.22 menunjukkan kriteria verbal dan *ranking* untuk *occurrence* pada mesin TBR L.

Tabel 4.22
Kriteria dan *Ranking Occurrence*

Probabilitas Kegagalan	Kriteria	Frekuensi Kejadian <i>Failure</i> per Tahun	Rank
Hampir Tidak Pernah	Kegagalan hampir tidak pernah terjadi	<1	1
Sangat Sedikit Sekali	Kegagalan jarang terjadi	1-4	2
Sangat Sedikit	Kegagalan yang terjadi sangat sedikit	5-9	3
Sedikit	Kegagalan yang terjadi sedikit	10-49	4
Rendah	Kegagalan yang terjadi pada level rendah	50-149	5
Medium	Kegagalan yang terjadi pada level medium	150-249	6
Agak Tinggi	Kegagalan yang terjadi agak tinggi	250-300	7
Tinggi	Kegagalan yang terjadi tinggi	300-365	8
Sangat Tinggi	Kegagalan yang terjadi sangat tinggi	366-500	9
Hampir selalu	Kegagalan selalu terjadi	>500	10

Berikut merupakan nilai *occurrence* dari masing-masing *failure*, *failure mode*, dan *failure effect* berdasarkan jumlah frekuensi kejadian *failure* yang dialami oleh mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.23.

Tabel 4.23
Nilai *Occurrence* pada mesin TBR L

No.	<i>Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	Frekuensi per Tahun	O
1	<i>Electrical Failure</i>	Daya listrik tidak stabil	Mesin berhenti beroperasi	8	3
2	<i>Power Cut</i>	Pemadaman listrik yang dilakukan oleh pihak penyedia (PLN)	Mesin berhenti beroperasi	21	4
3	<i>Inverter Overheat/ Burn</i>	<i>Fan heatsink</i> tidak dapat bekerja dengan baik karena adanya debu atau sisa-sisa benang yang menyumbat	<i>Twist</i> tersendat sehingga mengganggu proses produksi akibat mesin yang mendadak mati	74	5
4	<i>Spindle</i>	Pemasangan <i>bobbin</i> pada <i>top</i>	Putaran <i>bobbin material</i>	267	7

No.	Failure	Failure Mode	Failure Effect	Frekuensi per Tahun	O
	goyang	<i>spindle & bottom spindle</i> yang tidak pas dan kurang tepat, permukaan <i>base bobbin</i> tergerus	ataupun <i>bobbin output</i> tidak stabil (goyang)		
5	<i>Spindle overfeed</i>	Pemasangan bobbin pada <i>spindle</i> yang terlalu dalam dan dipaksakan	<i>Base bobbin</i> patah / rusak	132	5
6	<i>Top motor burned</i>	Adanya gesekan yang berlebihan karena penambahan kecepatan <i>twist</i> (peningkatan kecepatan <i>twist per meter</i> terlalu besar: $T/m \geq 800$),	<i>top belt</i> tidak dapat berjalan sehingga <i>twist</i> tidak dapat dihasilkan	56	5
7	<i>Belt rusak - patah</i>	Penggunaan <i>belt</i> melebihi masa pakai	<i>Spindle</i> tidak bergerak sehingga tidak dapat melakukan <i>twist</i>	4	2
8	<i>Twist ring macet</i>	Adanya kotoran berupa benang yang tersangkut pada <i>twist ring-traveller</i> , kurang oli	<i>Feed</i> yang terjadi pada <i>bobbin output</i> tidak seimbang di tiap bobbinnnya	284	7
9	Waktu pemasangan <i>bobbin</i> yang lama	Jumlah operator tidak sesuai dengan jumlah <i>bobbin</i> pada mesin TBR L, operator kurang berpengalaman	Produksi menunggu	784	10

Berdasarkan penilaian *ranking Occurrence* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.23, kategori waktu pemasangan *bobbin* pada mesin TBR L memiliki nilai *rank* tertinggi yaitu sebesar 10 dengan jumlah frekuensi kejadian *failure* ini sebanyak 784 kali. Selanjutnya faktor *failure twist ring* macet dan faktor *spindle* goyang memperoleh *rank* 7 dengan waktu *downtime* masing-masing kategori sebesar 284 kali dan 267 kali. Sedangkan untuk nilai *ranking occurrence* terendah dengan nilai 3 yaitu pada kegagalan *electrical failure* yaitu kegagalan yang diakibatkan karena daya listrik yang tidak stabil dengan jumlah kejadian sebanyak 8 kali.

3. Penentuan *Ranking Detection*

Penentuan nilai *ranking* pada kategori *Detection* dilakukan untuk menilai kemampuan mendeteksi-mengidentifikasi maupun mengendalikan kegagalan yang terjadi terjadi. Penilaian dan penentuan *ranking* pada kategori *detection* ini diperoleh berdasarkan nilai yang tertera pada Tabel 2.5. Pengamatan langsung pada proses produksi dan melakukan diskusi maupun wawancara pada pihak perusahaan terutama pada bagian produksi (departemen CFT) turut dilakukan untuk menentukan nilai *rank Detection* tersebut. Berikut kriteria penilaian pada kategori *Detection* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.24.

Tabel 4.24
Kriteria Penilaian *Detection*

Deteksi	Kemungkinan Deteksi Oleh Kontrol	Rank
Tidak Terdeteksi	Tidak mampu mendeteksi penyebab kegagalan	10
Sangat Sedikit Kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi penyebab kegagalan	9
Sedikit Kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi penyebab kegagalan	8
Sangat Rendah	Pengecekan mempunyai peluang rendah untuk mendeteksi penyebab kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan mendeteksi penyebab kegagalan	6
Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi penyebab kegagalan	5
Cukup Tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi penyebab kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan memiliki peluang besar untuk mendeteksi penyebab kegagalan	3
Sangat Tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi penyebab kegagalan	2
Hampir Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi penyebab kegagalan	1

Berikut merupakan nilai *ranking* pada kategori *detection* yang dihasilkan oleh mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.25.

Tabel 4.25
Nilai *Detection Failure* Mesin TBR L selama tahun 2016

No.	<i>Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	Deteksi	D
1	<i>Electrical Failure</i>	Daya listrik tidak stabil	Mesin berhenti beroperasi	Tidak dapat melakukan deteksi	10
2	<i>Power Cut</i>	Pemadaman listrik yang dilakukan oleh pihak penyedia (PLN)	Mesin berhenti beroperasi	Tidak dapat melakukan deteksi	10
3	<i>Inverter Overheat</i>	<i>Fan heatsink</i> tidak dapat bekerja dengan baik karena adanya debu atau sisa-sisa benang yang menyumbat	<i>Twist</i> tersendat sehingga mengganggu proses produksi akibat mesin yang mendadak mati	Deteksi sulit dilakukan. Hanya saat pengecekan pada <i>lock door</i>	9
4	<i>Spindle goyang</i>	Pemasangan <i>bobbin</i> pada <i>top spindle & bottom spindle</i> yang tidak pas dan kurang tepat, permukaan <i>base bobbin</i> tergerus	Putaran <i>bobbin material</i> ataupun <i>bobbin output</i> tidak stabil (goyang)	Deteksi melalui visual dan dapat dilihat saat <i>twist bobbin</i> berputar tidak stabil	5
5	<i>Spindle overfeed</i>	Pemasangan <i>bobbin</i> pada <i>spindle</i> yang terlalu dalam dan dipaksakan	<i>Base bobbin</i> patah / rusak	Deteksi saat Memasang <i>bobbin</i> pada mesin	4
6	<i>Top motor burned</i>	Adanya gesekan yang berlebihan karena penambahan kecepatan	<i>top belt</i> tidak dapat berjalan sehingga <i>twist</i>	Deteksi sulit dilakukan. Hanya saat pengecekan	9

No.	Failure	Failure Mode	Failure Effect	Deteksi	D
		<i>twist</i> (peningkatan kecepatan <i>twist per meter</i> terlalu besar: $T/m \geq 800$),	tidak dapat dihasilkan	pada <i>lock door</i>	
7	<i>Belt rusak/patah</i>	Penggunaan <i>belt</i> melebihi masa pakai	<i>Spindle</i> tidak bergerak sehingga tidak dapat melakukan <i>twist</i>	Deteksi melalui visual dengan pengecekan ketebalan <i>belt</i> yang sudah tipis	5
8	<i>Twist ring macet</i>	Adanya kotoran berupa benang yang tersangkut pada <i>twist ring-traveller</i> , kurang oli	<i>Feed</i> yang terjadi pada <i>bobbin output</i> tidak seimbang di tiap <i>bobbinnya</i>	Deteksi saat pemasangan benang pada <i>bobbin output</i>	6
9	Waktu pemasangan <i>bobbin</i> yang lama	Jumlah operator tidak sesuai dengan jumlah <i>bobbin</i> pada mesin TBR L, operator kurang berpengalaman	Produksi menunggu	Deteksi dari waktu <i>setting</i> yang terlampau lama	1

Berdasarkan penilaian *ranking Detection* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.25, kegagalan yang terjadi karena *electrical failure* dan *power cut* menghasilkan nilai sebesar 10. Diikuti dengan kegagalan yang diakibatkan oleh faktor *inverter overheat & top motor burned* yang menghasilkan nilai sebesar 9. Sedangkan nilai *ranking detection* terendah yaitu sebesar 1 terjadi karena kegagalan yang diakibatkan karena pemasangan *bobbin* pada mesin TBR L yang lama.

4. Perhitungan Nilai RPN

Perhitungan nilai RPN ditentukan oleh nilai yang diperoleh pada pengukuran *ranking severity*, *occurrence* dan *detection* dari masing-masing kegagalan/ *failure*. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai RPN tiap *failure*/kegagalan yang terjadi pada mesin TBR L selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Tabel 4.26.

Tabel 4.26

Nilai RPN Mesin TBR L selama tahun 2016

No.	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
1	<i>Electrical Failure</i>	Daya listrik tidak stabil	Mesin berhenti beroperasi	2	3	10	60
2	<i>Power Cut</i>	Pemadaman listrik yang dilakukan oleh pihak penyedia (PLN)	Mesin berhenti beroperasi	4	4	10	160
3	<i>Inverter Overheat</i>	<i>Fan heatsink</i> tidak dapat bekerja dengan baik karena adanya debu atau sisa-sisa benang yang menyumbat	<i>Twist</i> tersendat sehingga mengganggu proses produksi akibat mesin yang mendadak mati	10	5	9	450
	<i>Spindle goyang</i>	Pemasangan <i>bobbin</i>	Putaran <i>bobbin</i>	7	7	5	245

No.	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
4		pada <i>top spindle</i> & <i>bottom spindle</i> yang tidak pas dan kurang tepat, permukaan <i>base bobbin</i> tergerus	<i>material</i> ataupun <i>bobbin output</i> tidak stabil (goyang)				
5	<i>Spindle overfeed</i>	Pemasangan bobbin pada <i>spindle</i> yang terlalu dalam dan dipaksakan	<i>Base bobbin</i> patah / rusak	4	5	4	80
6	<i>Top motor burned</i>	Adanya gesekan yang berlebihan karena penambahan kecepatan <i>twist</i> (peningkatan kecepatan <i>twist per meter</i> terlalu besar: $T/m \geq 800$),	<i>top belt</i> tidak dapat berjalan sehingga <i>twist</i> tidak dapat dihasilkan	10	5	9	450
7	<i>Belt rusak - patah</i>	Penggunaan <i>belt</i> melebihi masa pakai	<i>Spindle</i> tidak bergerak sehingga tidak dapat melakukan <i>twist</i>	3	2	5	30
8	<i>Twist ring macet</i>	Adanya kotoran berupa benang yang tersangkut pada <i>twist ring-traveller</i> , kurang oli	<i>Feed</i> yang terjadi pada <i>bobbin output</i> tidak seimbang di tiap bobbinnnya	6	7	6	252
9	Waktu pemasangan <i>bobbin</i> yang lama	Jumlah operator tidak sesuai dengan jumlah <i>bobbin</i> pada mesin TBR L, operator kurang berpengalaman	Produksi menunggu	10	10	1	100
Total							1827

Berdasarkan Tabel 4.26 nilai RPN yang diperoleh mesin TBR L selama tahun 2016 menghasilkan total sebesar 1827 dengan nilai terbesar yaitu terjadi akibat *failure inverter overheat & top motor burned* dengan menghasilkan nilai RPN masing-masing sebesar 450. Sedangkan kegagalan yang terjadi karena *electrical failure* memiliki nilai RPN paling kecil yaitu sebesar 60. Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai RPN kritis. Nilai RPN kritis ini bertujuan untuk menentukan faktor prioritas untuk dilakukan suatu perbaikan. Nilai RPN kritis diperoleh dengan cara melakukan perbandingan antara jumlah RPN yang dihasilkan dengan banyaknya *failure* yang dialami oleh mesin TBR L. Penentuan perbaikan yang dilakukan ditentukan apabila nilai yang diperoleh pada masing-masing *failure* melebihi nilai RPN kritis. Berikut merupakan perhitungan nilai RPN kritis.

$$\text{Nilai RPN kritis} = \frac{\text{Total Nilai RPN}}{\text{Jumlah Failure}} = \frac{1827}{9} = 203$$

Nilai RPN kritis yang dihasilkan yaitu sebesar 203. Terdapat 4 *failure* yang memiliki

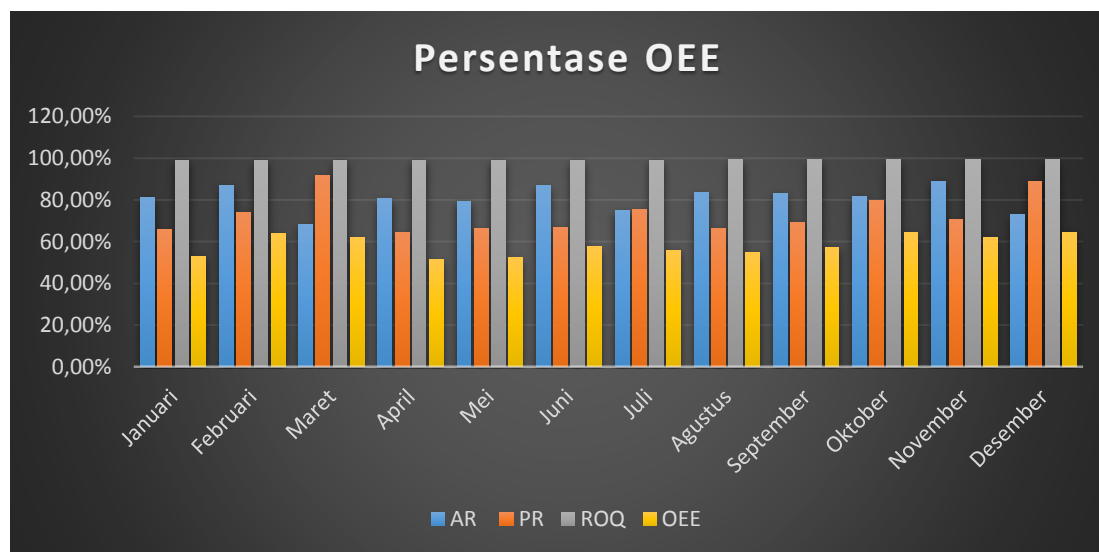
nilai RPN melebihi nilai RPN kritis, diantaranya yaitu *failure* yang terjadi karena *inverter overheat* (nilai RPN 450), *spindle* goyang (nilai RPN 245), *top motor burned* (nilai RPN 450), dan *twist ring* macet (nilai RPN 252).

4.4 Analisa Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan analisa hasil dan pembahasan berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh melalui perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE), *six big losses*, dan nilai RPN (*risk priority number*) dari FMEA:

1. Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin TBR L yang terjadi selama tahun 2016 diperoleh sebesar 58,19%. Hal ini menandakan nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin TBR L masih dibawah standar yang telah ditetapkan oleh JIPM yaitu sebesar 85%. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai OEE pada mesin TBR L yang terjadi selama tahun 2016 yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik Nilai OEE Mesin TBR L Tahun 2016

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13 nilai OEE tertinggi terjadi pada bulan Desember tepatnya bernilai sebesar 64,43%. Sedangkan bulan April memiliki nilai OEE terkecil yaitu sebesar 51,34%. Nilai OEE yang tidak memenuhi standar JIPM ini dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Rate of Quality*. Faktor pada *Performance Rate* berdampak signifikan pada rendahnya nilai OEE dikarenakan *Performance Rate* memiliki nilai persentase rata-rata terendah, yaitu sebesar 73,23%. Sedangkan 2 faktor lainnya yaitu *Availability Rate* dan *Rate of Quality* menghasilkan rata-rata nilai OEE masing-masing sebesar 80,66% dan 99,13%. Namun nilai persentase *Rate of Quality* yang tinggi ini diperoleh karena selama ini inspeksi pada produk hanya dilakukan

melalui visual. Inspeksi yang dilakukan hanya dengan melihat bagian terluar dari benang yang terdapat pada *bobbin*.

2. Analisa Six Big Losses

Analisa dengan menggunakan metode *six big losses* dilakukan guna dapat mengetahui dan mengidentifikasi *losses* mana yang memberikan dampak dan pengaruh paling signifikan terhadap tingkat efektivitas mesin TBR L. Terdapat 5 *Losses* yang teridentifikasi dan memberikan pengaruh pada efektivitas mesin TBR L diantaranya yaitu terdiri dari *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppage losses*, *reduced speed losses*, dan *defect in process*. Hanya *losses* yang dikategorikan sebagai *yield losses* yang tidak tercantumkan karena persentase yang dihasilkan tiap bulannya selama tahun 2016 bernilai 0%. Hal ini dikarenakan tidak ada kerugian yang timbul pada saat proses produksi (*twisting*) belum mencapai kondisi mesin yang stabil. *Loading time* dalam kurun waktu Januari 2016-Desember 2016 selama 499.680 menit berkurang akibat adanya *downtime* yang dihasilkan selama 95.990 menit karena adanya kerusakan-kerusakan yang terjadi pada mesin TBR L sehingga waktu yang tersedia untuk proses produksi tersisa menjadi 403.690 menit. Waktu yang tersedia untuk proses produksi (*Available Rate Time*) kembali terbuang selama 111.198,8 menit akibat adanya *speed losses* yang disebabkan adanya penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan ketentuan berupa pengurangan kecepatan pada mesin *twisting* tersebut mengingat mesin TBR L yang sudah tua sehingga waktu yang diperoleh untuk *performance rate time* bernilai sebesar 292.491,2 menit. Waktu *performance rate* yang diperoleh tersebut kembali tereduksi selama 2.530,86 menit akibat adanya pengaruh *quality losses* sehingga waktu *rate of quality* menjadi 289.960,3.

Berdasarkan 5 *Losses* tersebut, *losses* yang terjadi karena *reduced speed* memiliki dampak terbesar pada kinerja mesin TBR L. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.12. Nilai *reduced speed losses* memiliki persentase rata-rata sebesar 21,97% diikuti dengan *breakdown* dengan nilai sebesar 12,76%, *set-up & adjustment* 6,57%. Besarnya persentase *losses* tiap faktor berbanding lurus dengan hasil *time losses* yang diperoleh masing-masing faktornya. *Reduced Speed Losses* menghasilkan *time losses* tertinggi yaitu sebesar 110.258,8 menit. *Breakdown Losses* menghasilkan *time losses* sebesar 32.840 menit. Sedangkan untuk faktor *defect losses* dan *set-up & adjustment losses* menghasilkan *time losses* yang jauh lebih sedikit yaitu masing-masing sebesar 2.530,86 menit dan 940 menit. Selain itu untuk faktor *yield losses* tidak berdampak pada kinerja mesin TBR L. Berdasarkan *time losses*, secara keseluruhan persentase *reduced speed losses* bernilai lebih dari 50% yaitu sebesar 52,574% menunjukkan setengah kerugian pada mesin TBR L didominasi karena pengurangan

kecepatan pada saat proses produksi yaitu salah satunya pengurangan besar nilai *twist per meter* ($TPM < 800$).

3. Analisa *Fishbone Diagram*

Analisa dengan menggunakan metode *fishbone diagram* digunakan untuk mengetahui penyebab dari 5 *losses* yang teridentifikasi yang dapat mempengaruhi kinerja mesin TBR L itu sendiri. Hasil analisa ini digunakan untuk metode FMEA sebagai *failure*, *failure mode*, dan *failure effect*. Berikut hasil identifikasi penyebab 5 kategori *losses* yang mempengaruhi mesin TBR L.

a. *Spindle goyang*

Spindle goyang disebabkan karena pemasangan *bobbin* pada *spindle* mesin yang tidak pas. *Spindle* goyang juga terjadi karena kurangnya pelumasan pada permukaan luar *base bobbin* mengakibatkan gesekan yang terjadi antara *base bobbin* dengan *spindle* semakin meningkat sehingga permukaan luar *base bobbin* tergerus. Hal ini mengakibatkan putaran *bobbin* saat melakukan proses *twisting* menjadi tidak stabil. Apabila hal ini dibiarkan mengakibatkan *twist* yang terjadi pada *bobbin* berbeda tiap sisinya sehingga mesin perlu dihentikan.

b. *Inverter Overheat*

Penurunan kecepatan mesin yang terjadi karena *inverter* yang mengalami *overheat* disebabkan karena adanya penyumbatan pada bagian *fan heatsink*. Penumpukan debu atau sisa-sisa benang mengakibatkan *heatsink* tidak dapat menyerap panas dan *fan* tidak bekerja dengan baik sehingga *inverter* rentan mengalami *overheat*.

c. *Electrical Failure*

Pada *losses* ini, daya mesin yang terjadi tidak stabil. Hal ini mengakibatkan *inverter shutdown* dan mesin mengalami mati secara mendadak sehingga mengganggu jalannya proses produksi.

d. *Power Cut*

Losses yang terjadi karena *power cut* disebabkan karena pihak eksternal, yaitu adanya pemadaman listrik yang dilakukan PLN sebagai pihak penyedia. Hal ini mengakibatkan mesin harus mendadak mati.

e. *Twist Ring Macet*

Penurunan kecepatan mesin terjadi karena adanya sisa-sisa benang yang tersangkut pada bagian *twist ring* terutama pada komponen *traveller*. Hal ini mengakibatkan *twist* pada *bobbin output* sering tersangkut pada *traveller*. Kurang tersedianya pelumas/ oli pada

dispenser device yang terdapat pada *twist ring* juga sering mengakibatkan putaran *traveller* pada *twist ring* terhenti.

f. *Spindle Overfeed*

Pemasangan *bobbin* pada *spindle* terlalu dalam dan dipaksakan mengakibatkan *spindle* mengalami *overfeed*. Hal ini menyebabkan ketika proses *doffing* dilakukan, *bobbin* sulit terlepas dari mesinnya sehingga saat melepaskan *bobbin* dari mesin operator tidak menarik *bobbin* secara vertikal. Hal ini mengakibatkan *base bobbin* sering mengalami patah karena tindakan yang berlebihan. Bahkan ketika hendak melepaskan *bobbin* dari *spindle*, *base bobbin* sering mengalami patah karena tindakan yang berlebihan.

g. *Belt Rusak*

Penurunan kecepatan mesin yang diakibatkan karena *belt* mengalami kerusakan hingga patah mengakibatkan mesin perlu dihentikan sejenak untuk melakukan pergantian *belt*. Hal ini disebabkan karena masa pakai *belt* yang sudah habis sehingga perlu adanya pergantian *belt* untuk menggerakkan *spindle*.

h. *Top Motor Burned*

Pada *losses* ini, motor mengalami *burned/ overheat*. Gesekan yang terjadi pada *belt* dengan *motor* semakin tinggi dan mengakibatkan suhu dalam ruangan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pada periode tertentu *twist per meter* yang digunakan pada mesin terlalu besar ($TPM > 800$) untuk menyelesaikan jumlah pesanan yang tinggi.

i. Waktu pemasangan *bobbin* lama

Losses yang diakibatkan karena lamanya waktu *setting* mesin maupun pemasangan material pada mesin. Hal ini dikarenakan waktu pemasangan *bobbin* baik *bobbin input* pada bagian atas mesin serta *bobbin output* pada bagian bawah mesin yang terbilang cukup lama. Hal ini diakibatkan jumlah operator hanya tersedia 1 orang saja. Jumlah operator tersebut tidak sesuai bila dibandingkan jumlah *bobbin* yang harus diletakkan pada mesin. Kurangnya pengalaman yang dimiliki oleh operator juga dapat meningkatkan durasi *setting* dan pemasangan *bobbin* pada mesin TBR L.

4. *Analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Penerapan metode FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi *failure*, penyebab terjadinya *failure*, dan dampak yang ditimbulkan. Berdasarkan Tabel 4.18 dan Tabel 4.19 terdapat 9 *failure* yang terjadi dan teridentifikasi selama tahun 2016 pada mesin TBR L, diantaranya:

a. *Electrical Failure*

Kegagalan yang diakibatkan karena daya listrik tidak stabil. Hal ini berpengaruh langsung pada inverter mesin TBR L khususnya pada bagian *fan heatsink* menjadi mudah rusak dan berpotensi *inverter* mengalami *overheat* sehingga mesin TBR L tidak dapat bekerja secara optimal dan mendadak mati (*shutdown*). *Downtime* yang terjadi akibat *failure* ini berlangsung selama 225 menit dan terjadi sebanyak 8 kali.

b. *Power Cut*

Kegagalan yang dikategorikan sebagai *Power Cut* ini murni dikarenakan adanya pemadaman yang dilakukan oleh PLN sebagai pihak penyedia. Ketidakterediaan generator sebagai sumber daya cadangan mengakibatkan *failure* ini tidak dapat terhindari. *Downtime* pada kategori ini terjadi selama 2460 menit dan terjadi sebanyak 21 kali selama tahun 2016.

c. *Inverter Overheat/ Burned*

Failure yang disebabkan karena *Inverter Overheat/ Burned* ini memiliki waktu *downtime* terbesar yaitu berlangsung selama 39250 menit. *Inverter* yang mengalami *overheat* disebabkan karena adanya penyumbatan pada bagian *fan heatsink*. Penumpukan debu atau sisa-sisa benang mengakibatkan *heatsink* tidak dapat menyerap panas dan *fan* tidak bekerja dengan baik sehingga *inverter* rentan mengalami *overheat*. Selama ini tindakan yang dilakukan hanya membuka pintu *lock door* tersebut agar udara panas bisa keluar. Hal ini pun berakibat cukup fatal karena tidak dapat digunakannya *emergency flash light* yang berfungsi sebagai pemberi sinyal yang menandakan bahwa mesin sedang mengalami masalah. Hal ini dapat memperburuk mesin TBR L dikarenakan permasalahan yang terjadi pada mesin TBR L menjadi sulit dideteksi. *Downtime* terjadi sebanyak 74 kali.

d. *Spindle goyang*

Kegagalan ini terjadi dikarenakan operator kurang jeli dalam memasang *bobbin* baik *bobbin input* maupun *bobbin output*. *Spindle* goyang juga terjadi karena kurangnya pelumasan pada permukaan luar *base bobbin* mengakibatkan gesekan yang terjadi antara *base bobbin* dengan *spindle* semakin meningkat sehingga permukaan luar *base bobbin* tergerus. Hal ini mengakibatkan putaran *bobbin* saat melakukan proses *twisting* menjadi tidak stabil. *Downtime* yang dihasilkan karena kegagalan ini terjadi sebanyak 267 dan selama 3.110 menit pada tahun 2016.

e. *Spindle overfeed*

Berbeda dengan kegagalan pada kategori *spindle* goyang, *spindle overfeed* ini justru disebabkan karena pemasangan *bobbin input* ataupun *bobbin output* pada *spindle* yang terlalu dalam dan dipaksakan. Hal ini menyebabkan ketika proses *doffing* dilakukan, *bobbin* sulit terlepas dari mesinnya sehingga saat melepaskan *bobbin* dari mesin operator tidak menarik *bobbin* secara vertikal. Hal ini mengakibatkan *base bobbin* sering mengalami patah karena tindakan yang berlebihan. *Spindle overfeed* ini menghasilkan waktu *downtime* selama 900 menit dan sebanyak 132 kali kejadian.

f. *Top motor burned*

Kategori *top motor burned* terjadi karena gesekan yang terjadi pada *belt* dengan *motor* semakin tinggi dan mengakibatkan suhu dalam ruangan semakin meningkat. Pada *failure* ini *top motor* mengalami panas yang disebabkan karena gesekan yang terjadi antara *belt* dengan *motor* yang semakin besar karena adanya peningkatan kecepatan TPM (*twist per meter*) yang ditentukan oleh operator pada mesin TBR L selama proses produksi. Pada periode tertentu *twist per meter* yang digunakan pada mesin terlalu besar ($TPM > 800$) untuk menyelesaikan jumlah pesanan yang tinggi. Selama ini tindakan yang dilakukan hanya membuka pintu *lock door* tersebut agar udara panas bisa keluar. Hal ini pun berakibat tidak digunakannya *emergency flash light* sehingga gangguan tersebut sulit terdeteksi. *Downtime* yang dihasilkan selama tahun 2016 ini berlangsung selama 12.630 menit dan sebanyak 56 kejadian..

g. *Belt rusak-patah*

Belt yang digunakan untuk menggerakkan *spindle* pada mesin TBR L ini mengalami kerusakan maupun patah yang disebabkan karena telah melewati masa pakai. Akibatnya *twist* tidak ada dan telah terjadi *downtime* sebanyak 4 kali yang berlangsung selama 365 menit. Operator yang bertugas lalai dalam melakukan pengecekan dan pergantian komponen *belt* ini.

h. *Twist ring macet*

Kegagalan ini terjadi karena kurangnya pelumas (oli) dan masih terdapat debu maupun kotoran berupa benang sisa hasil proses produksi *twisting* yang tersangkut di bagian *twist ring* hingga *traveller*. Hal ini menyebabkan proses *twisting/ feed* yang terjadi pada *bobbin output* terganggu dan cenderung tidak seimbang pada tiap sisinya. Kegagalan ini berakibat pada waktu *downtime* yang terjadi sebanyak 284 kejadian selama 3615 menit.

i. Waktu pemasangan *bobbin* yang lama

Kegagalan ini disebabkan karena jumlah operator yang tidak sesuai dengan jumlah *bobbin* yang tersedia. Terdapat 54 pasang *bobbin output* dan 162 pasang *bobbin input*. Sedangkan tiap 1 kali *shift* hanya terdapat 1 orang operator yang menangani proses produksi yang terjadi pada mesin TBR L. Kurangnya pengalaman yang dimiliki oleh operator juga mengakibatkan lamanya waktu *set-up* mesin. *Downtime* berupa *set-up time* yang dibutuhkan untuk memasukkan *bobbin input-output* tiap *shift* nya cukup memakan waktu yaitu selama 30 menit sehingga *set-up time* yang terjadi pada tahun 2016 berlangsung selama 32840 menit. *Downtime* ini pun terjadi paling banyak dengan jumlah kejadian sebesar 784

Pada metode FMEA terdapat *risk priority number* yang digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan dari masing-masing *failure* yang telah teridentifikasi pada mesin TBR L. Pemilihan prioritas perbaikan ini didasarkan oleh nilai RPN tiap *failure* yang melebihi nilai RPN kritis yaitu sebesar 203

$$\text{Nilai RPN kritis} = \frac{\text{Total Nilai RPN}}{\text{Jumlah Failure}} = \frac{1827}{9} = 203$$

Terdapat 4 *failure* yang memiliki nilai RPN melebihi nilai RPN kritis, diantaranya yaitu *failure* yang terjadi karena *inverter overheat* (nilai RPN 450), *spindle* goyang (nilai RPN 245), *top motor burned* (nilai RPN 450), dan *twist ring* macet (nilai RPN 252) sehingga dijadikan prioritas untuk dilakukan perbaikan, berikut penjelasannya:

a. *Inverter Overheat/ Burned*

Failure yang disebabkan karena *Inverter Overheat/ Burned* ini memiliki waktu *downtime* terbesar yaitu berlangsung selama 39.250 menit. *Failure* ini terjadi terutama dikarenakan *fan heatsink* yang tidak dapat bekerja dengan baik. Hal ini disebabkan adanya debu atau sisa-sisa benang yang menyangkut sehingga mengakibatkan *heatsink* tidak dapat menyerap panas dan *fan* tidak bekerja dengan baik sehingga *inverter* rentan mengalami *overheat*. Selama ini tindakan yang dilakukan hanya membuka pintu *lock door* tersebut agar udara panas bisa keluar. Hal ini pun berakibat cukup fatal karena tidak dapat digunakannya *emergency flash light* yang berfungsi sebagai pemberi sinyal yang menandakan bahwa mesin sedang mengalami masalah. Hal ini dapat memperburuk mesin TBR L dikarenakan permasalahan yang terjadi pada mesin TBR L menjadi sulit dideteksi. *Downtime* terjadi sebanyak 74 kali. Nilai RPN yang dihasilkan sebesar 450 dengan rincian *Rank Severity* sebesar 10 karena *downtime* yang diperoleh berlangsung selama 39.250 menit, *Rank Occurrence* mendapat nilai 5 karena telah

terjadi 74 kali *failure*, dan *Rank Detection* mendapatkan nilai 9 karena deteksi hanya dilakukan dengan cara pengecekan suhu *lock door* dan cenderung sulit untuk dilakukan

b. *Spindle goyang*

Kegagalan ini terjadi dikarenakan operator kurang jeli dalam memasang *bobbin* baik *bobbin input* maupun *bobbin output*. *Spindle* goyang juga terjadi karena kurangnya pelumasan pada permukaan luar *base bobbin* mengakibatkan gesekan yang terjadi antara *base bobbin* dengan *spindle* semakin meningkat sehingga permukaan luar *base bobbin* tergerus. Hal ini mengakibatkan putaran *bobbin* saat melakukan proses *twisting* menjadi tidak stabil. *Failure effect* ini didefinisikan ketika proses *twisting* dijalankan maka gerakan putaran *bobbin* tersebut cenderung tidak stabil. *Downtime* yang dihasilkan karena kegagalan ini terjadi sebanyak 267 dan selama 3.110 menit pada tahun 2016. Nilai RPN yang dihasilkan yaitu sebesar 245 dengan rincian *Rank Severity* mendapat nilai sebesar 7 dikarenakan terjadi *Downtime* yang berlangsung selama 3.110 menit, *Rank Occurrence* bernilai 7 karena telah terjadi *failure* sebanyak 245 kali, dan *Rank Detection* bernilai 5 diperoleh karena deteksi melalui visual saat proses *twisting*, *bobbin* output berputar cenderung tidak stabil

c. *Top motor burned*

Kategori *top motor burned* terjadi karena gesekan yang terjadi pada *belt* dengan *motor* semakin tinggi dan mengakibatkan suhu dalam ruangan semakin meningkat. Pada *failure* ini *top motor* mengalami panas yang disebabkan karena gesekan yang terjadi antara *belt* dengan *motor* yang semakin besar karena adanya peningkatan kecepatan TPM (*twist per meter*) yang ditentukan oleh operator pada mesin TBR L selama proses produksi. Pada periode tertentu *twist per meter* yang digunakan pada mesin terlalu besar ($TPM > 800$) untuk menyelesaikan jumlah pesanan yang tinggi. Selama ini tindakan yang dilakukan hanya membuka pintu *lock door* tersebut agar udara panas bisa keluar. Hal ini pun berakibat tidak digunakannya *emergency flash light* sehingga gangguan tersebut sulit terdeteksi. *Downtime* yang dihasilkan selama tahun 2016 ini berlangsung selama 12630 menit dan sebanyak 56 kejadian. Nilai RPN yang diakibatkan *failure* ini sebesar 450 dengan rincian nilai *Rank Severity* sebesar 10 dikarenakan *downtime* yang terjadi selama 12.630 menit, *Rank Occurrence* sebesar 5 akibat terdapat 56 *failure* yang terjadi selama tahun 2016, serta *Rank Detection* sebesar 9 dikarenakan deteksi dilakukan hanya dengan melakukan pengukuran suhu pada bagian dalam *lock door* dan cenderung sulit untuk diterapkan.

d. *Twist ring* macet

Kegagalan ini terjadi karena kurangnya oli yang digunakan sebagai pelumas yang terdapat dalam *dispencer device* dan masih terdapat debu maupun kotoran berupa benang sisa hasil proses produksi *twisting* yang tersangkut di bagian *twist ring* hingga *traveller* sehingga didefinisikan sebagai *failure mode*. Hal ini menyebabkan *failure effect* yaitu proses *twisting/ feed* yang terjadi pada *bobbin output* terganggu dan cenderung tidak seimbang pada tiap sisinya. Kegagalan ini berakibat pada waktu *downtime* yang terjadi sebanyak 284 kejadian selama 3.615 menit. Nilai RPN yang dihasilkan sebesar 252 dengan rincian nilai *Rank Severity* sebesar 5 dikarenakan *downtime* yang terjadi berlangsung selama 3.615 menit, *Rank Occurrence* sebesar 7 akibat terjadi *failure* sebanyak 284 kali, dan *Rank Detection* sebesar 6 disebabkan deteksi hanya dapat dilakukan ketika pemasangan benang pada *bobbin output*.

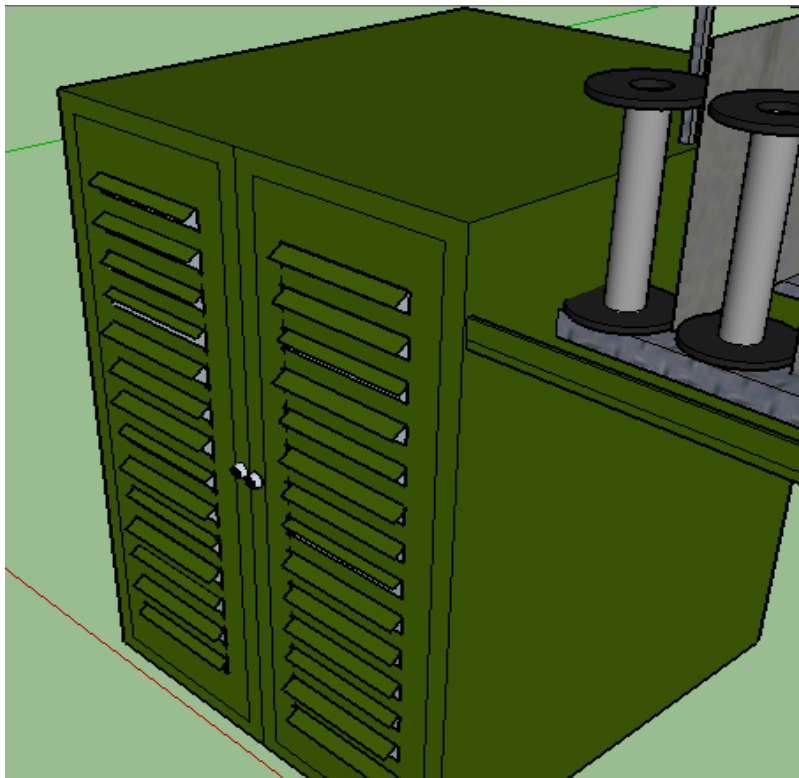
4.5 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan dilakukan berdasarkan nilai RPN yang melebihi nilai RPN kritis yang diperoleh melalui metode FMEA. Nilai RPN kritis didapatkan yaitu sebesar 203. Terdapat 4 *failure* yang memiliki nilai lebih besar dari 203 yaitu *inverter overheat & top motor burned* yang bernilai sama dan paling tinggi yaitu sebesar 450, diikuti *spindle* goyang yang memiliki nilai RPN 245 dan *twist ring* macet yang menghasilkan nilai RPN yaitu sebesar 252. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk masing-masing kegagalan tersebut.

1. Pembuatan Lubang Pembuangan pada *Emergency Lock Door*

Banyaknya *failure* yang terjadi karena mesin TBR L mengalami *overheat* terutama pada komponen *inverter* maupun *top motor* menimbulkan kerugian yang cukup besar. *Failure* yang disebabkan karena *inverter* mengalami *overheat* dan *top motor burned* menjadi permasalahan paling dominan dengan masing-masing RPN yang bernilai cukup tinggi yaitu sebesar 450. Salah satu cara dalam mengurangi panas yang dihasilkan oleh mesin TBR L terutama pada komponen *inverter* dan *top motor* yaitu dengan membuat kisi-kisi atau lubang pada dinding komponen *emergency lock door*. Hal ini berguna untuk membuang udara panas yang tersimpan didalam ruangan tersebut. Dengan adanya pembuatan lubang tersebut diharapkan *losses* karena *breakdown* akibat mesin yang mengalami *overheat* serta kerugian karena *reduced speed losses* dapat diminimalisir sehingga dapat meningkatkan waktu proses produksi (*availability rate*) dan *performance rate* mesin. Berikut gambar lubang pembuangan pada *emergency lock door*

yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14.



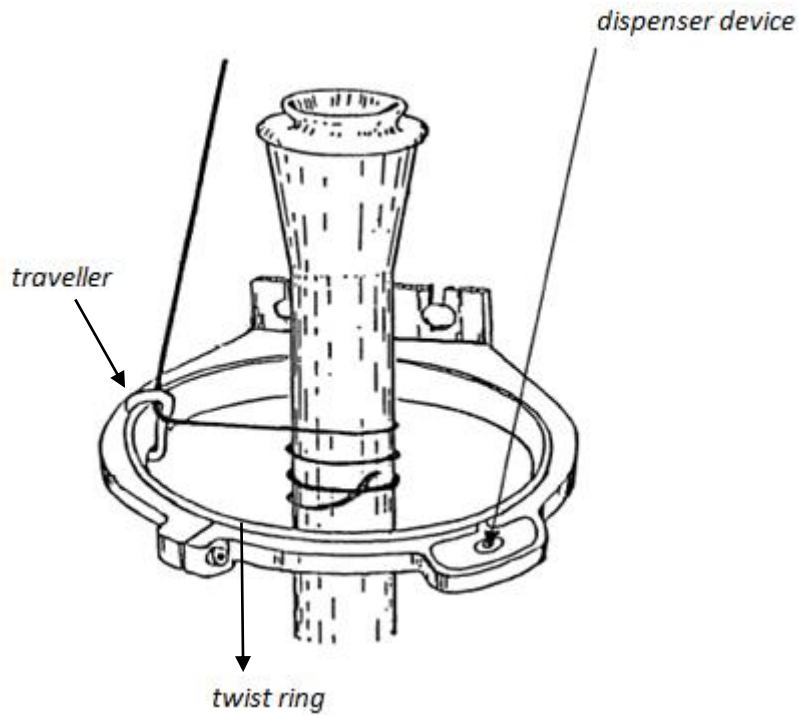
Gambar 4.14 Lubang pembuangan pada *Emergency Lock Door*

2. *Autonomous Maintenance*

Kegiatan pada penerapan *autonomous maintenance* memerlukan keterlibatan seluruh karyawan meliputi operator yang secara langsung bertugas pada proses produksi hingga pimpinan. Melalui penerapan *autonomous maintenance* diharapkan operator dapat melakukan kegiatan yang terlibat langsung pada tindakan awal dalam melakukan perawatan pada mesin TBR L. Berikut merupakan langkah-langkah dalam menerapkan *autonomous maintenance* yang dapat dilakukan oleh tiap operator.

- a. Pelumasan pada komponen yang sering mengalami gesekan. Seperti contoh, pada bagian dasar *spindle blade* dan *twist ring*. Pemberian pelumasan pada *spindle blade* dapat mengurangi gesekan yang terjadi antara *bobbin* dengan *spindle* sehingga dapat meminimalisir tergerusnya permukaan *spindle*. Pengecekan *ring oil* pada *dispenser device* yang terdapat pada komponen *twist ring*. Inspeksi pada komponen yang dilakukan oleh operator *maintenance* ini dapat dilakukan dengan dengan membuka “dispenser” dan memastikan bahwa *oil level* sebesar $\pm 1\text{mm}$ dihitung dari dasar rongga “dispenser”. Hal ini dilakukan untuk *losses* yang diakibatkan karena *breakdown* dan *reduced speed losses* dengan cara meminimalisir gesekan yang terjadi antara *twist ring* dengan *traveller*. Kegiatan tersebut ditujukan untuk mengurangi *failure* yang menyebabkan *twist ring* macet dan *spindle* goyang

sehingga kerusakan komponen seperti *spindle* dan *traveller* dapat direduksi. Hal ini akan meningkatkan *performance rate* dari mesin itu sendiri dan waktu proses produksi pun bertambah. Berikut model *twist ring* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Twist Ring
Sumber: Pabrik Benang Pleret

- b. Operator melakukan pembersihan pada mesin TBR L baik saat sebelum proses *twisting* dilakukan maupun saat proses *doffing*/ pergantian *bobbin* hingga proses *twisting* telah selesai. Tindakan ini dilakukan untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan karena debu dan benang yang dapat merusak mesin dan menurunkan kinerja mesin itu sendiri. Berikut beberapa langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk membersihkan mesin yaitu:
 - 1) Membersihkan daerah *spindle* dengan sikat atau lap. Hal ini sebagai salah satu tindakan untuk mempersiapkan *spindle* sebelum *bobbin* masuk.
 - 2) Membersihkan sisa benang yang terdapat pada bagian *twist ring* hingga *traveller* yang dapat dilakukan oleh operator saat pergantian *bobbin*.
 - 3) Membersihkan *pigtail* dengan menggunakan kain/ lap oleh operator untuk tetap menjaga kondisi komponen mesin tetap bersih dan menghindari benang yang melewati komponen *pigtail* menjadi kotor.
 - 4) Melakukan proses inspeksi pada komponen *fan heatsink* yang terdapat pada *inverter*. Hal ini dapat dilakukan oleh operator *maintenance* saat operator

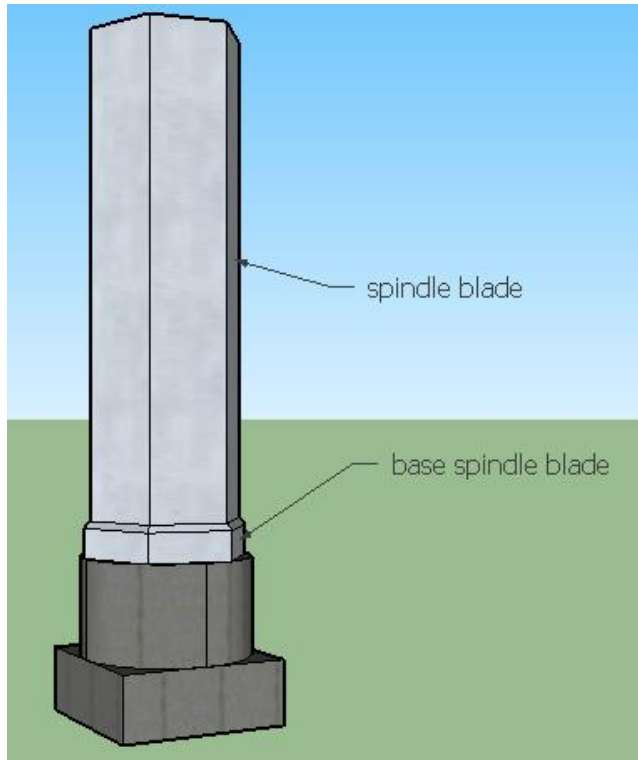
produksi melakukan pergantian *bobbin*. Apabila terdapat debu maupun benang yang tersangkut pada komponen tersebut, segera mengambil benang yang tersangkut dan membersihkan *fan heatsink* dari debu dengan menggunakan kuas/ kain. Hal ini diharapkan dapat mengurangi terjadinya *overheat* pada *inverter* sehingga *shutdown* yang sering terjadi dapat dihindari dan waktu proses produksi dapat meningkat.

- 5) Membersihkan benang yang terbawa ke ruangan *emergency lock door*.
- 6) Melakukan pengecekan kondisi *top belt & bottom belt* sebagai upaya untuk mengurangi terhentinya proses produksi karena *belt* mengalami kerusakan. Apabila penggunaan *belt* telah melebihi masa pakai maka perlu diganti.

3. Memberikan tanda/ batas pada *spindle*

Seringnya kesalahan operator dalam memasang *bobbin* baik *bobbin input* maupun *bobbin output* mengakibatkan 2 *failure* yaitu *spindle overfeed* dan *spindle goyang*. *Spindle overfeed* disebabkan operator terlalu memaksakan pemasangan *bobbin* pada *spindle*. Hal ini mengakibatkan *breakdown losses* maupun *reduced speed losses* terjadi dikarenakan sulitnya melepaskan *bobbin* dari mesin ketika proses *twisting* selesai dilakukan. Pemasangan *bobbin* yang dipaksakan ini juga mengakibatkan permukaan luar *spindle* tergerus. Berbeda dengan *failure spindle overfeed*, *spindle goyang* disebabkan karena operator yang tidak pas dalam memasang *bobbin* pada *spindle* dan adanya degradasi permukaan pada *spindle* akibat kurangnya pelumasan serta tindakan operator yang mengakibatkan tergerusnya permukaan *spindle*. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan yaitu dengan memberikan tanda/ batas berupa perbedaan warna yang kontras antara *spindle blade base* dengan *spindle base*. *Spindle blade base* memiliki tinggi $\pm 12\text{mm}$. Komponen tersebut berfungsi untuk mengunci *bobbin* pada *spindle* agar putaran *bobbin* tetap stabil. Dengan adanya perbedaan warna pada *base* dari *spindle blade* dengan *base spindle* dapat memudahkan operator dalam melakukan pemasangan *bobbin* dengan cara memastikan *base* pada *bobbin* telah masuk dan menutupi *spindle blade base* secara keseluruhan dan menghindari *failure* yang disebabkan karena pemasangan *bobbin* yang tidak pas sehingga kerugian karena pemasangan *bobbin* yang salah yang memicu terjadinya *breakdown losses* dan *reduced speed losses* dapat dikurangi. Pemberian *briefing* pada operator juga dapat dilakukan terkait pemasangan *bobbin* yang berlebihan yang dapat memberikan kerusakan pada bagian *spindle*. Dengan pemberian tanda berupa perbedaan warna antara *spindle blade* dengan *base* nya diharapkan kesalahan operator dalam melakukan pemasangan *bobbin*

baik *bobbin input* maupun *bobbin output* dapat dihindari sehingga *failure* seperti *spindle* goyang dan *spindle overfeed* dapat berkurang. Hal ini tentunya akan meningkatkan waktu proses produksi karena waktu *set-up bobbin* pada mesin TBR L lebih mudah. *Spindle blade* dapat dilihat pada Gambar 4.16



Gambar 4.16 Spindle Blade

4. Penggunaan *Waste Bag*

Salah satu upaya untuk menunjang lancarnya proses produksi yaitu dapat dilakukan dengan menjaga ruang kerja agar tetap bersih. Selama ini, ketika operator melakukan pembersihan sisa-sisa benang pada komponen seperti *bobbin*, *spindle*, *traveller*, operator membuang sisa benang tersebut pada lantai lalu dikumpulkan dan dibuang menggunakan sapu. Hal ini memungkinkan benang-benang tersebut tercecer ke tempat lainnya. Oleh karena itu penggunaan *waste bag* dapat diterapkan untuk membantu operator dalam melakukan pembersihan mesin. Ketika operator membersihkan benang dari komponen-komponen mesin, operator dapat mengumpulkan sisa benang tersebut pada saku yang terdapat pada *waste bag* itu sendiri. Dengan menggunakan alat bantu dalam menjaga kebersihan peralatan/ mesin diharapkan *failure* yang disebabkan karena adanya penumpukan debu maupun sisa-sisa benang dapat dikurangi sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lebih baik dengan adanya peningkatan produksi dan waktu operasi tanpa adanya perhentian mesin sesaat (*stoppages*) karena debu atau sisa-sisa benang yang tersangkut. Hal ini dapat mengurangi kerugian akibat *breakdown* yaitu

karena sisa debu atau benang yang menempel maupun *reduced speed losses* sehingga performansi mesin meningkat dan waktu proses pun bertambah. Berikut merupakan contoh *waste bag* yang dapat digunakan oleh operator.



Gambar 4.17 Contoh *waste bag* operator

5. Pemasangan CCTV sebagai upaya pengawasan pada operator

Penggunaan alat berupa CCTV dapat membantu dalam pengawasan operator saat bekerja. Hal ini dikarenakan masih terdapat beberapa pelanggaran yang dilakukan oleh para operator terutama ketika operator melakukan pemasangan-pelepasan *bobbin* baik *bobbin input* maupun *bobbin output*. *Failure* seperti *spindle overfeed* dan *spindle goyang* terjadi dikarenakan kesalahan operator dalam memasukkan maupun mengeluarkan *bobbin* pada mesin TBR L. Operator sering kali melepaskan dan memasang *bobbin* dengan paksa. Hal ini mengakibatkan *base bobbin* menjadi rusak hingga mengalami patah karena tindakan yang berlebihan. Begitu pula dengan pemasangan *bobbin* yang tidak pas. Kesalahan operator tersebut mengakibatkan putaran *bobbin* menjadi tidak stabil. Oleh karena itu diperlukan CCTV untuk membantu mengawasi operator dalam bekerja sebagai upaya mengurangi kesalahan yang dilakukan operator yang dapat mengakibatkan kerugian yang dialami oleh perusahaan.

Losses yang diakibatkan oleh kerusakan mesin (*breakdown losses*) maupun karena penurunan kecepatan mesin (*reduced speed losses*) menjadi 2 faktor yang paling dominan yang mempengaruhi nilai efektivitas mesin TBR L. Melalui perbaikan berupa pemasangan lubang pembuangan, pemberian tanda pada *spindle*, *autonomous maintenance* dengan cara pelumasan dan pembersihan pada komponen yang berdebu serta menggunakan CCTV sebagai alat bantu pengawasan diharapkan *breakdown losses* dan *reduced speed losses* dapat diminimalisir sehingga *availability rate* dan *performance rate* mesin TBR L dapat meningkat dan besarnya nilai efektivitas mesin pun dapat bertambah.

Halaman ini sengaja dikosongkan